

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**



**TESIS**

**“CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR MORFOLÓGICA  
Y DE PRODUCTIVIDAD DE 42 GENOTIPOS  
PROMISORIOS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)  
COLECTADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA  
SAN MARTÍN**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

**JOSÉ MIGUEL BARTRA PEREA**

**TARAPOTO PERÚ  
Abril - 2009**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL**

**ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS**

**TESIS**





**“CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR MORFOLÓGICA Y DE PRODUCTIVIDAD DE 42 GENOTIPOS PROMISORIOS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) COLECTADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – SAN MARTÍN”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

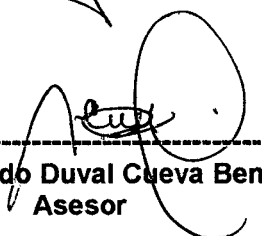
**PRESENTADO POR:**

**JOSÉ MIGUEL BARTRA PEREA**

  
-----  
Ing. Luis Alberto Leveau Guerra  
Presidente

  
-----  
Ing. M. Sc. Javier Ormeño Luna  
Miembro

  
-----  
Ing. María Emilia Ruiz Sánchez  
Miembro

  
-----  
Ing. M. Sc. Armando Duval Cueva Benavidez  
Asesor

## DEDICATORIA

*Dedico el éxito y la satisfacción de esta investigación a Dios quien me regala los dones de la Sabiduría, Comprensión y el Entendimiento, el cual fueron el pilar para poder ejecutar y culminar este trabajo.*

*A mis amados y queridos padres WILGER BARTRA VIENA y MARÍA NATIVIDAD PEREA ARÉVALO por el apoyo incondicional que siempre me brindan, para formarme como profesional y con tanto sacrificio hicieron realidad mi más grande anhelo y por su ejemplo de humildad y honestidad.*

*A mis hermanas, sobrinos y amigos con mucho cariño por brindarme su gran calidad humana apoyo incondicional, amor, alegría y ánimo contagioso, que no me dejaron desfallecer para así poder llevar acabo la culminación de este proyecto.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Al Ing. M.Sc. ENRIQUE ARÉVALO GARDINI, por brindarme la oportunidad y confianza de poder desarrollar el presente trabajo de investigación, y por el aprendizaje logrado durante el periodo de ejecución de dicho proyecto.*

*Al Ing. M.Sc. LUIS ZUÑIGA CERNADES, co-asesor, por su orientación personal y científica durante la ejecución del presente trabajo.*

*Srta. LUCINDA VELA VARGAS, por ser ante todo una amiga incondicional de gran espíritu y calidad humana, brindándome su valioso apoyo moral y facilidades para realizar este trabajo de investigación.*

*A todos los trabajadores administrativos y equipo técnico que forman parte de esta gran familia del INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES, Gracias por sus conocimientos y por la ayuda incondicional brindada.*

*Al Ing. M.Sc. ARMANDO CUEVA BENAVIDES por su apoyo y por permitir ser mi asesor del presente trabajo de investigación*

*A mis amigos CHRISTIAN BARTRA; MATILDE VELA; ANGEL GARCÍA y LAURA COTRINA, quienes contribuyeron a la ejecución de este trabajo y donde sus aportes valiosos son el reflejo de la culminación de este trabajo.*

*A todas estas personas muchas GRACIAS.*

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3,1. Generalidades.....	4
3,2. Variabilidad Genética del cacao.....	7
3,3. Factores modificantes de la calidad en cacao.....	8
3,4. Banco de Germoplasma.....	10
3,5. Recursos Fitogenéticos.....	11
3,6. Caracterización morfológica.....	14
3,7. Uso de descriptores estandarizados en la evaluación de germoplasma de cacao.....	15
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
4,1. Materiales.....	21
4,2. Generalidades del lugar.....	22
4,3. Metodología.....	26
4,4. Componentes en estudio.....	40
4,5. Análisis Estadístico.....	43
V. RESULTADOS.....	44
VI. DISCUSIONES.....	84
VII. CONCLUSIONES.....	96
VIII. RECOMENDACIONES.....	98
IX. REFERENCIA BILIOGRAFICA.....	99
X. ANEXO.....	105

## ÍNDICE DE CUADROS

### **Cuadro N° 01:**

Datos meteorológicos históricos registrados en la estación meteorológica de la E.E. Choclino (2005 – 2008).....25

### **Cuadro N° 02:**

Datos meteorológicos registrados en la estación meteorológica de la E.E “Choclino” (Febrero 2008 a Enero 2009).....26

### **Cuadro N° 03:**

Relación de genotipos de cacao, clave, nombre del agricultor y ubicación.....42

### **Cuadro N° 04:**

Evaluación de 42 genotipos de cacao: características fenotípicas de la planta de cacao. (3 años y medio).....44

### **Cuadro N° 05:**

Evaluación de 42 genotipos de cacao: características cuantitativas y cualitativas de la hoja.....45

### **Cuadro N° 06:**

Distribución de frecuencias de las características cuantitativas y cualitativas de la hoja.....46

### **Cuadro N° 07:**

Evaluación de 42 clones de cacao: características cuantitativas y fenotípicas de la flor expresada en mm.....54

### **Cuadro N° 08:**

Distribución de frecuencias de las características cuantitativas y cualitativas de la flor.....56

### **Cuadro N° 09:**

Distribución de frecuencias de las características cuantitativas del fruto.....63

### **Cuadro N° 10:**

Evaluación de 42 genotipos de cacao: características cuantitativas del fruto.....64

### **Cuadro N° 11:**

Distribución de frecuencias de las características cualitativas del fruto.....68

### **Cuadro N° 12:**

Evaluación de 42 clones de cacao: características cualitativas del fruto.....71

**Cuadro N° 13:**  
*Distribución de frecuencias de las características cualitativas y cuantitativas de la semilla.....70*

**Cuadro N° 14:**  
*Evaluación de 42 clones de cacao: características cualitativas y cuantitativas de la semilla.....73*

**Cuadro N° 15:**  
*Evaluación de 42 clones de cacao: parámetros de producción (peso fresco), de cacao; 3 años y medio de edad.....78*

**Cuadro N° 16:**  
*Coefficiente de correlación (r), para descriptores de fruto, flores y semilla de los 42 clones de cacao.....81*

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Grafico N° 01</b>	
<i>Distribución de frecuencias de la longitud de la hoja de 42 clones de cacao.....</i>	<i>49</i>
<b>Grafico N° 02</b>	
<i>Distribución de frecuencias del ancho de la hoja de 42 clones de cacao.....</i>	<i>50</i>
<b>Grafico N° 03</b>	
<i>Distribución de frecuencias de la longitud desde la base hasta la parte más ancha de la hoja de 42 clones de cacao.....</i>	<i>50</i>
<b>Grafico N° 04</b>	
<i>Distribución de frecuencias de la longitud de pecíolo de 42 clones de cacao.....</i>	<i>51</i>
<b>Grafico N° 05</b>	
<i>Distribución de frecuencias de la forma de la hoja de 42 clones de cacao.....</i>	<i>52</i>
<b>Grafico N° 06</b>	
<i>Distribución de frecuencias del color de pedúnculo de la flor de 42 clones de cacao.....</i>	<i>57</i>
<b>Grafico N° 07</b>	
<i>Distribución de frecuencias de la longitud de sépalo de 42 clones de cacao.....</i>	<i>58</i>
<b>Grafico N° 08</b>	
<i>Distribución de frecuencias del ancho de sépalo de 42 clones de cacao.....</i>	<i>58</i>
<b>Grafico N° 09</b>	
<i>Distribución de frecuencias de la longitud de pétalo de 42 clones de cacao.....</i>	<i>59</i>
<b>Grafico N° 10</b>	
<i>Distribución de frecuencias del ancho de pétalo de 42 clones de cacao.....</i>	<i>59</i>
<b>Grafico N° 11</b>	
<i>Distribución de frecuencias de longitud de estaminoides de 42 clones de cacao.....</i>	<i>60</i>
<b>Grafico N° 12</b>	
<i>Distribución de frecuencias de la longitud de ovario de 42 clones de cacao.....</i>	<i>61</i>
<b>Grafico N° 13</b>	
<i>Distribución de frecuencias del ancho de ovario de 42 clones de cacao.....</i>	<i>61</i>
<b>Grafico N° 14</b>	
<i>Distribución de frecuencias de la forma longitud de estilo de 42 clones de cacao....</i>	<i>62</i>



**Grafico N° 15**

*Distribución de frecuencias del número de óvulos por ovario de 42 clones de cacao.....63*

**Grafico N° 16**

*Distribución de frecuencias del peso total del fruto de 42 clones de cacao.....65*

**Grafico N° 17**

*Distribución de frecuencias de la longitud de fruto de 42 clones de cacao.....66*

**Grafico N° 18**

*Distribución de frecuencias del diámetro de fruto de 42 clones de cacao.....66*

**Grafico N° 19**

*Distribución de frecuencias del espesor de fruto de 42 clones de cacao.....67*

**Grafico N° 20**

*Distribución de frecuencias de la profundidad de surco de fruto de 42 clones de cacao.....68*

**Grafico N° 21**

*Distribución de frecuencias del número de semillas por fruto de 42 clones de cacao.....75*

**Grafico N° 22**

*Distribución de frecuencias del peso húmedo de las semillas de 42 clones de cacao.....76*

**Grafico N° 23**

*Distribución de frecuencias de la longitud de la semillas de 42 clones de cacao.....76*

**Grafico N° 24**

*Distribución de frecuencias del diámetro de la semillas de 42 clones de cacao.....77*

**Grafico N° 25**

*Distribución de frecuencias de frutos por árbol por año de 42 clones de cacao.....79*

**Grafico N° 26**

*Distribución de frecuencias de frutos sanos por árbol por año de 42 clones de cacao.....80*

**Grafico N° 27**  
*Distribución de frecuencias de frutos enfermos por árbol por año de 42 clones de cacao.....80*

**Grafico N° 28**  
*Distribución de frecuencias de la producción kilogramos por hectárea por año de 42 clones de cacao.....81*

**Grafico N° 29**  
*Dispersión de los 42 genotipos en base a las variables evaluadas.....82*

**Grafico N° 30**  
*Análisis de conglomerado, distancias fenotípicas de los 42 genotipos evaluados.....83*

## ÍNDICE DE FIGURAS

### **Figura N° 01**

*Descriptores morfológicos de la hoja: A. Longitud de la hoja (cm). B. Ancho de la hoja (cm). C. Longitud desde la base hasta el punto más ancho (cm). D. Longitud del pecíolo (cm). E. presencia y ausencia de pulvínulo.....28*

### **Figura N° 02**

*Descriptores morfológicos de la flor: Longitud y Ancho de sépalo.....29*

### **Figura N° 03**

*Descriptores morfológicos de la flor: Longitud y Ancho de pétalo.....30*

### **Figura N° 04**

*Descriptores morfológicos de la flor: A. Longitud de estaminoide.....31*

### **Figura N° 05**

*Descriptores morfológicos de la flor: A. Longitud de ovario. B. Ancho de ovario. C. Longitud de estilo.....31*

### **Figura N° 06**

*Descriptores morfológicos de la flor: A. Número de óvulos por ovario.....32*

### **Figura N° 07**

*Descriptores morfológicos del fruto evaluados. A. Longitud del fruto (cm). B. Diámetro del fruto (cm). C. Forma del ápice. D. Constricción basal. E. Espesor de cáscara.....35*

### **Figura N° 08**

*Descriptores morfológicos. A. Tipo de fruto. B. Forma del ápice. C. Constricción basal.....36*

### **Figura N° 09**

*Descriptores morfológicos de la semilla Longitud y Ancho de la semilla.....37*

### **Figura N° 10**

*Descriptores morfológicos de la semilla. A. Semilla en sección longitudinal. B. Semilla en sección transversal.....39*

### **Figura N° 11**

*Partes de la flor de cacao evaluadas para los 42 genotipos en estudio.....52*

## **RESUMEN**

Esta investigación se enmarca dentro del esfuerzo del Instituto de Cultivos Tropicales, que busca desarrollar genotipos superiores de cacao. El trabajo se llevó a cabo entre los meses de febrero del 2008 a enero del 2009 y consistió en la evaluación de 42 clones de cacao bajo condiciones de campo, los cuales fueron previamente seleccionados de las zonas de Juanjuí y Tocache en campos de agricultores, teniendo en cuenta características favorables de productividad y resistencia a plagas y enfermedades; el objetivo del trabajo fue de determinar las características fenotípicas de 42 genotipos de cacao, colectadas en la cuenca del Huallaga – San Martín; la metodología empleada fue del uso de una lista de descriptores elaborado por el “International Cocoa Germplasm Database”.

El material genético estuvo constituido por los clones pertenecientes a la cuenca del río Huallaga, no se utilizó ningún diseño experimental y durante el estudio se evaluaron descriptores cuantitativos y cualitativos de la planta, hoja, flores, fruto y semillas. Se encontró variabilidad genética en los clones estudiados, tanto para caracteres cuantitativos como cualitativos en órganos vegetativos y reproductivos.

Se concluye que el uso de parámetros morfológicos permitió acumular una gran cantidad de información novedosa sobre genotipos pre-seleccionados, distinguir los materiales fenotípicamente y contar con mayores elementos para seleccionar los materiales más sobresalientes para ser incluidos en las siguientes fases del Programa de Mejoramiento Genético del Instituto de Cultivos Tropicales.

## **SUMARY**

This research is part of the effort of the Institute of Tropical Crops, which seeks to develop superior genotypes in cacao. The study was conducted between February 2008 to January 2009 and consisted of the evaluation of 42 cocoa clones under field conditions, which were previously selected areas and Tocache Juanjuí on farmers' fields, taking favorable characteristics into account productivity and resistance to pests and diseases, the objective was to determine the phenotypic characteristics of 42 genotypes of cacao, collected in the Huallaga Basin - San Martín, the methodology was the use of a list of descriptors developed by the International Cocoa Germplasm Database

The genetic material consisted of clones from the Huallaga River, was not used any experimental design and during the study were assessed quantitative and qualitative descriptors of the plant, leaf, flower, fruit and seeds. Genetic variability was found in the clones studied, both quantitative and qualitative characters in vegetative and reproductive organs.

We conclude that the use of parameters morfofisiológicos allowed to accumulate a large amount of new information on pre-selected genotypes, distinguished phenotypically materials and have more elements to select the most outstanding materials for inclusion in the next phases of the Program of Genetic Improvement Institute of Tropical Crops.

## I. INTRODUCCION



El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un cultivo de gran importancia económica en diversos países del mundo, es una especie originaria de los trópicos húmedos, cuyas almendras constituyen el insumo básico de la industria del chocolate y otros derivados; así mismo, para la extracción de la manteca de cacao de alta cotización en el mercado internacional (Sánchez, 2002). En la actualidad la producción mundial alcanzó los 3.7 millones de toneladas en el 2007/2008 (ICCO, 2008).

En el Perú, ha despertado interés por el cultivo del cacao debido al alza de precio y a la demanda no cubierta, del mercado nacional e internacional., los lugares de mayor producción están ubicados en la Amazonía del país; donde la producción nacional alcanza 34.300 TM en 2007 (0.8 % de la producción mundial), la producción debería aumentar en los próximos años por el crecimiento del área de cacao en producción que en la actualidad es de 73,825 hectáreas (MINAG, 2007), San Martín es la Región que más áreas incremento con 3 724.50 Has, y cuya producción alcanzó 8 278.23 TM en el año 2008 (DIA – San Martín, 2009), asume un gran desafío con las empresas exportadoras de cacao grano seco, y aun más, de lograr inversiones adicionales que les permitan obtener productos intermedios, como manteca, pasta y licor del cacao; así como productos finales como chocolates, bombones y cocoa taza, propiciando la generación de empleos en el área industrial.

La Amazonía como uno de los centros de origen del cacao posee una amplia base genética promisorio, que han segregado numerosos genotipos de cacao comercial que hoy se cultivan, pero dichos materiales se encuentran en riesgo

de desaparecer por diferentes factores de índole social, económica, cultural y técnico. Además, de la introducción de clones internacionales ocurrida hace dos décadas y que en la actualidad siguen respondiendo a las expectativas de los productores de cacao. Esto conlleva a la necesidad de realizar una exhaustiva investigación concerniente a la identificación, selección y caracterización de genotipos con características favorables, y cuya expresión de caracteres botánicos y agronómicos está influenciada por la interacción genotipo y medio ambiente.

En esta oportunidad con los recursos genéticos de cacao identificados en la cuenca del Huallaga por el Instituto de Cultivos Tropicales, se logró obtener una fuente de información de las características y atributos favorables de los nuevos clones, los cuales contribuyen a fortalecer los programas de mejoramiento genético y la actividad cacaotera en la Amazonía Peruana.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 GENERAL**

Determinar las características fenotípicas de 42 genotipos de cacao, colectadas en la cuenca del Huallaga.

### **2.2 ESPECIFICOS**

**2.2.1** Determinar la variabilidad fenotípica de las principales características cualitativas y cuantitativas de hojas, flores, frutos y semillas.

**2.2.2** Determinar la productividad de 42 genotipos en estudio.



### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 Generalidades

El cacao (*Theobroma cacao* L.), es una especie cuyo centro de origen se halla en las cabeceras de los ríos que forman la cuenca Amazónica. (Bronwyn, 1987). En esta vasta área, se encuentra una gran variabilidad genética dispersa de cacao silvestre, semi-cultivado (García, 1973). Sin embargo, este valioso "Pool de genes" se ve cada día amenazado por una irremediable erosión genética ya sea por el avance de expediciones petroleras o por instalaciones clandestinas del cultivo de coca. (García, 1991).

El cacao (*Theobroma cacao* L.), proviene del griego Theobroma que significa "alimento de los dioses", y cacao, del azteca "cacahualt" (Bradeau, 1981). Esta especie esta clasificada taxonómicamente de la siguiente manera (León 1987):

División	:	Fanerógamas
Clase	:	Angiospermae
Sub. Clase	:	Dicotiledónea
Orden	:	Malvales
Familia	:	Sterculiaceae
Género	:	Theobroma
Especie	:	<i>Theobroma cacao</i> L.

Si bien el cacao es originario de América latina, el oeste africano es ahora la región creciente con 66,8% de la producción mundial. América Latina ha

décrecido su producción a casi el 13,7%, mientras la producción asiática se a extendido rápidamente desde la mitad de la década del 70 a 19.5% (ICCO, 2002).

El árbol de cacao puede alcanzar una altura entre 5 a 8 m. (Gispert C. 1987). La planta proveniente de semillas forma una corona (orqueta), a una altura de 1.5 a 1.8 m (Watson, 1985). En tanto que las plantas provenientes de ramas plagiotrópicas (propagación vegetativa), forma una planta en abanico, sin eje central, con varias ramas primarias que crecen en ángulo agudo (León, 1987). La raíz principal es pivotante y puede llegar a medir 2 metros de profundidad. Las raíces secundarias, nacen a pocos centímetros del cuello y se extienden lateralmente hasta más de 6 metros, formando una abundante cabellera de raíces superficiales, de acuerdo al tipo de suelo y humedad (Cesare, 1983). Las hojas se originan en las yemas terminales, que brotan periódicamente, dando nacimiento a hojas jóvenes con o sin pigmentación que cuelgan de sus pecíolos; mas a delante, estos se convierten en verde oscuro (Gispert, 1987). Las hojas son de forma alargada y pecíolo corto, presentando también un engrosamiento en los extremos del pecíolo llamado pulvínulo, que permite a ésta moverse según la luz o la temperatura del ambiente (León, 1987). En el tallo principal de plantas jóvenes las hojas son más grandes que las ramas y aquellos de la parte externa del árbol más pequeño que las internas. Una hoja vive en las ramas de uno aun año y medio y se desprende del árbol para formar un colchón de hojas al pie de la planta. (Gispert, 1987).

Las flores se forman en el tronco y ramas desprovistas de hojas. La flor nace de los cojines florales, siendo en árboles jóvenes, poco visibles, pero a mayor edad de los árboles se diferencian claramente. La flor es hermafrodita, pentámera, perfecta y completa. Ovario supero pentacarpelar y de placentación axial, pudiendo llegar a tener de 30 a 60 óvulos arreglados en 5 surcos o hileras. La base de los pétalos o cogullo y las anteras finalizan allí, de tal manera que los sacos polínicos se encuentran ocultos, siendo el polen muy pequeño y pegajoso (Enríquez, 1985).

El fruto es una drupa grande (León, 1987), llamada mazorca y compuesta de 5 carpelos, cada mazorca contiene de unos pocos hasta más de 50 granos unidos a un eje o placenta central, embebidas por mucílago. El epicarpio esta constituido de un epicarpio camoso y grueso con una epidermis coloreada, un mesocarpio formado por una membrana de tejido vascular y leñoso y un endocarpio carnoso más o menos grueso, limitado por una epidermis inferior rígida (Rondon, 1990). El tamaño y la forma varia considerablemente, algunos pueden tener de 30 a 32 cm. de largo por unos 10 cm. de diámetro (Gispert, 1987).

La semilla esta cubierta por una pulpa con sabor acido a dulce y muy aromática (Gispert, 1987). El tamaño, número y la forma de la semilla es el mejor indicar del tipo de cacao. Las almendras de 3 ó más centímetros de longitud, de sección oval, color claro; corresponden a los mejor calidad para chocolate, mientras que las almendras pequeñas, de sección casi plana y de color marrón oscuro, dan productos de inferior calidad (Cesare, 1983).

La semilla de cacao es muy rica en grasas de la mejor calidad, caracterizada por fundirse a la temperatura del cuerpo humano, ser muy digestible, agradable y de gran poder de conservación; sin embargo la calidad de la grasa se puede ver afectados por el clima (Hernández, 1991).

### **3.2 Variabilidad genética del cacao**

La variabilidad genética espontánea o creada es el punto de partida de cualquier programa de mejoramiento genético de un cultivo. Su manipulación a través de métodos adecuados lleva a la obtención de genotipos superiores con relación a las características agronómicas de interés (Pereira et al., 1987).

El cacao es una especie sumamente variable debido básicamente a su medio de reproducción sexual y a la polinización cruzada natural. Los diferentes tipos de cacao, la incompatibilidad aunada a las mutaciones y recombinaciones, le permiten exhibir una marcada variación fenotípica a la que se suma la acción modificadora del hombre a través de la selección (García, 1991).

La variabilidad que presentan los individuos en las poblaciones silvestres y/o cultivadas constituyen los recursos filogenéticos, que son conservados como colecciones de germoplasma y cuya caracterización y evaluación son imprescindibles para los trabajos de mejoramiento genético (De Castro et al., 1983).

### **3.3 Factores modificantes de la calidad en cacao**

Existen cinco factores que determinan la calidad de la almendra de cacao: (1) el genotipo; (2) el clima; (3) los suelos donde se cultiva; (3) el manejo agronómico y fitosanitario que se ofrezca a la plantación y (5) la tecnología que se emplee para el beneficio (De Castro et al., 1983).

#### **3.3.1 Influencia del genotipo**

Generalmente se le atribuye mayor importancia al manejo agronómico y a las condiciones edafoclimáticas, que al papel que juega el genotipo sobre la calidad. Esto es posible porque anteriormente no se habían realizado técnicas que permitiesen evaluar el comportamiento de un determinado material vegetal, proveniente de diferentes zonas cacaoteras, pero manejado en forma similar agronómicamente, en relación con la calidad de la almendra o de genotipos de distintos orígenes bajo manejo agronómico y tecnología poscosecha similares. Actualmente, estudios enfocados bajo estas técnicas han permitido establecer las bases utilizadas para definir cuáles variedades de cacao deben utilizarse y bajo qué condiciones para producir la materia prima que la industria exige (ICCO 1999; CCI 1991).

Estudios realizados por (De Witt, 1954 y Clapperton *et al.*, 1994) han demostrado que los efectos del sabor pueden ser reproducibles, utilizando condiciones controladas en el proceso de tecnología poscosecha. Uno de los hallazgos más interesantes de estas investigaciones se refiere a que existen ciertos tipos de criollos como los



Porcelana y criollos de Mérida (Venezuela), que una vez beneficiados adecuadamente, producen granos con sabores bien desarrollados.

Mientras que criollos provenientes de Nicaragua como el UF - 676 y el ICS - 39, a pesar de recibir una buena tecnología post-cosecha, producen valores de sabor muy pobres. Asimismo, se ha podido demostrar que algunos tipos forasteros amazónicos como el Nanay 32 y los Scavina 6 y 12 pueden clasificar como materiales de una alta intensidad de sabor, tan buena como la de los delicados y excelentes sabores bien reconocidos de los tipos "Arriba ecuatorianos". Estas investigaciones también corroboran que la herencia de la calidad establece que los cruces entre clones de alta calidad aseguran la obtención de tipos de cacao finos; en otras palabras, que la calidad se hereda cuando se combinan cultivares que la poseen.

### **3.3.2 Influencia de las condiciones edafoclimáticas**

Existen diversos factores edafoclimáticas que determinan cualidades importantes de la calidad, tales como son: la temperatura, el área de cultivo y la fertilidad del suelo entre otros. Por ejemplo, el peso de la semilla de determinados cultivares está determinado por el área o zona de cultivo. Mientras que el período de formación de los frutos, su maduración, el tamaño de las hojas, semillas y el contenido de manteca de la almendra, son afectados por la temperatura. De esta forma, entre más altas sean las temperaturas la dureza de la manteca se ve más afectada, debido a que el punto de fusión de la manteca de cacao se

alcanza a los  $34 \pm 1^\circ \text{C}$  y la dureza depende de la proporción de ácidos grasos saturados e insaturados. Si esta proporción es baja, el punto de fusión es bajo y por ende resultan mantecas más blandas. De igual forma la fertilidad del suelo puede tener influencia sobre el tamaño de la semilla, donde los suelos fértiles producen semillas de mayor tamaño que las producidas en suelos pobres (De Castro et al., 1983).

### **3.4 Banco de Germoplasma**

Este término se aplica estrictamente a una instalación destinada de manera exclusiva a la conservación y cuidado de muestras de recursos filogenéticos de diferente procedencia o grado evolutivo (Red Mundial de Banco de Genes, 1983).

También puede definirse, como instalaciones adecuadamente implementadas donde se conservan colecciones de semillas y/o plántulas de cultivares modernas, primitivos y especies silvestres; y se mantienen como colecciones de plantas adultas en el campo representando genotipos distintos (Red Mundial de Banco de Genes, 1983).

Un banco de germoplasma o banco de genes comprende, la infraestructura física donde se procesa la conservación *ex situ*, en el caso del cacao los recursos genéticos deben ser mantenidos en campos de plantas vivas, para la preservación de la especie (Días, 2001).

### **3.5 Recursos filogenéticos**

Constituyen la variabilidad genética almacenada en los cromosomas y en otras estructuras que contienen ADN y que codifican el desarrollo de cadenas polipeptídicas. Estos polipéptidos determinan el funcionamiento del organismo vivo en el que se encuentran, tanto en sus funciones básicas (respiración, fotosíntesis y absorción de los nutrientes), como en características como: sabor, resistencia a plagas y enfermedades, color de fruto, etc. (Tapia, 1992).

La conservación de estos recursos se hace en los bancos de germoplasma, porque constituyen una reserva de genes y complejo de genes insustituibles que son esenciales para la mejora progresiva de las plantas cultivadas. Estos recursos se están perdiendo a ritmo acelerado por varias razones (Red Mundial de Banco de Genes, 1983).

Entre las actividades inherentes a un programa de recursos genéticos son: colección, evaluación (Caracterización), conservación, documentación y utilización.

#### **3.5.1 Colección**

Proceso por el cual se obtiene dentro de una región muestras de "semillas" representativas de una variedad (especie) (Sánchez, 1982)

#### **3.5.2 Evaluación**

Significa obtener la mayor información de los caracteres morfo-agronómicos - industriales de cada una de las acciones registradas en el banco de germoplasma. La evaluación conjuntamente con la



colección de germoplasma, son pilares fundamentales de un programa de Recursos Filogenéticos. Para realizar las evaluaciones de las colecciones debe hacerse uso de una lista de descriptores estandarizados para cacao en donde se obtenga toda la información necesaria.

La lista de descriptores de cacao, consta de tres secciones importantes a seguir:

#### **3.5.2.1 Datos de Identificación**

Incluye toda información básica en la original y tipo de la accesión, detalles de los sitios georeferenciales de colección o mejoramiento y taxonomía. Son establecidos en los datos de identificación: nombre, número de identificación, procedencia, hábitat, etc.

#### **3.5.2.2 Datos de descripción**

##### **3.5.2.2.1 Caracterización y evaluación preliminar**

Esta es la descripción básica del trabajo considerado por ser responsabilidad directa del observador. Incluye una descripción morfológica básica de accesiones (caracterización); la extensión de esta descripción depende mucho de las especies en duda.

Este tipo de caracterización esta referido al empleo de procesos y métodos para generar información sobre los recursos genéticos reunidos en un banco. La información esta dirigida al público amplio de mejoradores, botánicos, genetistas, bioquímicos y otros, como guía para la utilización de recursos genéticos en programas de mejoramiento. (Días, 2001).

#### **3.5.2.2 Caracterización y evaluación adicional**

Mas allá de los trabajos de descriptores básicos son llevados en una colección para alinear otras características de interés a mejorar (Chapman, 1990).

#### **3.5.2.3 Datos de evaluación**

Son los caracteres observables, netamente agronómicos, para determinar las potencialidades genéticas para rendimiento, resistencia a enfermedades, calidad de almendra, etc. de las colecciones (Gispert, 1987)

#### **3.5.3 Conservación**

La semilla de cacao es considerada semilla "recalcitrante", debido a que pierde su viabilidad en poco tiempo (10 a 15 días); aun bajo condiciones adecuadas de conservación, de allí que su almacenamiento resulta imposible, razón por la que el mantenimiento de las accesiones; clones, híbridos, líneas, etc. se hacen en campo con plantas vivas (árboles) que se propagan vegetativamente.

### **3.5.4 Utilización**

Los recursos filogenéticos del cacao pueden ser utilizados:

- Como fuente de genes para propagar clones superiores (clones elites).
- Como patrones resistentes a plagas y enfermedades, tolerantes a la toxicidad de aluminio, sequía, etc.
- Como fuente de semilla híbrida obtenida mediante polinización controlada.
- Para intercambio de germoplasma utilizando cultivo de tejidos sin necesidad de tener medidas cuarentenarias (Gispert, 1987).

### **3.6 Caracterización morfológica**

En la identificación de especies, familias y géneros de plantas, los caracteres morfológicos han sido muy usados, constituyéndose estos en una herramienta útil e indispensable para realizar numerosos estudios en genética de poblaciones y agricultura (Falconer, 1981). La mayoría de las plantas cultivadas con importancia económica tienen sus propios patrones de identificación, caracterización y evaluación, que se han logrado establecer mediante diferentes estudios que permiten conocer la variabilidad de los caracteres dentro y entre plantas; de tal forma que se ha llegado a seleccionar todas aquellas características cualitativas y cuantitativas que son más útiles y fáciles de interpretar para la descripción de los individuos en una población. Empleando los caracteres morfológicos bien sean dominantes y/o recesivos se puede llegar a establecer diferentes niveles de variabilidad (Enríquez, 1966). La caracterización, se procesa con el empleo de marcadores morfo-agronómicos. En conjunto, estos marcadores deben

describir detalladamente cada acceso, siendo estos denominados descriptores. (Engels, 1993).

La caracterización se define como la descripción de la variación que existe en una colección de germoplasma y que permite diferenciar a las accesiones de una especie, sea en términos de características morfológicas y fenológicas de alta heredabilidad ó características cuya expresión es poco influenciada por el ambiente (Abadie y Berretta 2003).

Para la descripción morfológica de las plantas cultivadas generalmente se emplean órganos que están menos influenciados por el ambiente como son las flores y los frutos; le siguen en importancia otros como las hojas, troncos, ramas, raíces y los tejidos celulares que muchas veces son muy difíciles de caracterizar (Enríquez, 1997).

### **3.7 Uso de descriptores estandarizados en la evaluación de germoplasma de cacao**

El termino descriptor se emplea cada vez mas frecuentemente para referirse a cada una de las características importantes en la descripción de una colección, sean estas morfológicas, agronómicas, fisiológicas o citogenéticas. En ese sentido, un descriptor es "un termino descriptivo como por ejemplo el color del fruto, la longitud del fruto, etc.; siendo el estado del descriptor el grado o valor de la característica codificada en función de la variabilidad de la expresión (Delgado, 1981).

(Engels et al, 1980), mencionan que existen varias razones para el uso de descriptores estandarizados y son los siguientes:

- a) La estandarización de la terminología descriptiva, permite un intercambio de información entre científicos que trabajan con recursos genéticos del cacao.
- b) Facilita un inventario de existencia de las colecciones de cacao disponibles a nivel mundial y consecuentemente de accesiones valiosas que deberían ser duplicados en otros lugares.
- c) Apoya al mejorador en la selección de material elite no presente en su programa de mejoramiento.
- d) Los métodos de procesamiento de datos asistidos por computadora necesita de información acerca de las accesiones individuales relacionados a los descriptores.
- e) Facilita un manejo y mantenimiento eficiente de la colección.
- f) Permite el desarrollo y la estandarización de los descriptores específicos del cultivo como base para una descriptores sistemática de colecciones de germoplasma

Chang, (1976), menciona algunas ventajas relacionadas a la descripción sistemática.

- a) Permite caracterizar de cultivares o líneas de mejoras de interés nacional e internacional.
- b) Permite diferenciar entre accesiones con idénticos o nombres similares.
- c) Permite la identificación de accesiones con características deseables.
- d) Permite la clasificación de cultivares basadas sobre datos confiables.

- e) Permite el desarrollo de interrelaciones entre características y también entre grupos geográficos de cultivares.
- f) Permite la estimación de la variación disponible dentro de la colección.

El Consejo Internacional de Recursos Filogenéticos (CIRF) define la caracterización como el registro de caracteres altamente heredables, los cuales varían poco cuando son plantas desarrolladas en diferentes medios ambientales.

El uso de métodos estandarizados por la observación y registro de estos caracteres en bancos de datos son esenciales por la descripción efectiva de germoplasma, y por cambio de datos en colecciones. Aunque la lista de descriptores es diferente en detalles conforme a la organización que las produce; todos ellos siguen un modelo similar, y los del Centro Internacional de Recursos Genéticos Vegetales (IBPGR) son del todo estándares (Chapman, 1990).

En 1981 algunos documentos relacionados a cultivares de cacao fueron evaluados en las discusiones del grupo de trabajo, particularmente el Catálogo Internacional de Cultivares de cacao propuesto por Soria y Enríquez, y una lista de descriptores propuesto por Engels, Bartley y Enríquez. El grupo de trabajo, sin embargo, acordó la recomendación de la adopción de una lista de descriptores basados en la experiencia colectiva. Ello podría ser usado para:

- a) Expediciones de colección.
- b) Por los conservadores de colección para la caracterización de las muestras y que los datos podrían ser poseídos cuando los materiales sean intercambiados (Internacional, 1975).

En Brasil, en 1983 utilizando descriptores de hojas, frutos y semillas se determinaron caracteres de 26 clones de las series SIC y SIAL. Los frutos presentaron mayor variación en longitud y menor en diámetro observándose diferencia en su forma. Por otro lado, las semillas de modo general indicaron mayor peso húmedo y seco en los clones de la serie SIAL. Las correlaciones entre longitud y diámetro del fruto se mostraron independientes. El coeficiente de correlación entre el peso total del fruto y el peso de la cáscara fue altamente significativo, indicando que la cáscara es el mayor componente del peso del fruto (De Castro et al, 1983).

El número de óvulos por ovario fue considerado por Pound como un carácter muy estable. Ezquivel y Soria encontraron que los promedios más altos de óvulos por ovario correspondieron a clones de tipo forastero, mientras que los más bajos fueron del tipo criollo. Agregan que en el control genético del número de óvulos parece existir dominancia de números altos sobre bajos (Bartley, 1964).

En otro reporte de investigación se estableció una clasificación de cultivares de cacao con base en el número de óvulos por ovario, considerándose alto aquellos con valores mayores o iguales a 51; medios de 45 a 51 y bajo para

inferiores o iguales a 45, así mismo se estimó una heredabilidad del 70% para este carácter (Caicedo, 1990).

En el CATIE de Turrialba (Costa Rica), se llevó a cabo una investigación sobre el conteo del número de óvulo por ovario en cacao, encontrándose que es un carácter altamente heredable, muy estable y poco influenciado por el ambiente, se determinó también que el número mínimo de ovario a estudiarse deben ser cuatro y está de acuerdo con lo recomendado por varios investigadores (López, et al. 1985).

En 1992, se determinó las características botánicas – agronómicas de 20 clones colectadas en las márgenes del río Huallaga y sus afluentes, todas pertenecientes a la serie "H" (Huallaga), durante el estudio se evaluaron descriptores de la planta, hojas, flores, fruto, semilla así como resistencia a enfermedades; encontrando variabilidad genética en los clones estudiados tanto para caracteres cuantitativos y cualitativos en los órganos vegetativos y reproductivos. Todos los clones presentaron un hábito de crecimiento erecto, un vigor intermedio y un color de follaje pigmentado; en las hojas todos los clones presentaron pulvínulos; en cuanto a la forma de la hoja más de la mitad resultó de forma obovada, y el resto ovoide; en cuanto al número de óvulos por ovario estuvo en un rango de 45 a 60, los frutos presentaron un color amarillo, la mayoría de tamaño mediano y el resto pequeño (Bartra, 1993).



En 1993, se determinó las características botánico – agronómicas de 20 clones colectadas de las cuencas de los Ríos Ucayali y Urubamba, pertenecientes a la serie “U” (Ucayali); para conocer la variabilidad fenotípica de las características general de la planta, cualitativa y cuantitativa de las hojas, flores, fruto, semilla, reacción a enfermedades, en dicha investigación la variabilidad encontrada para todos los caracteres evaluados fue variable en menor o mayor grado, dependiendo del clon. Se determinó que el 99% de las hojas presentaron forma obovada, el rango del número de óvulos por ovario estuvo entre los 31 a 48, en el color de pedúnculo la mayoría presentaron color verde; los frutos presentaron en su mayoría tamaño pequeño y todos de color amarillo (López, 1993). Ese mismo año se determinó características botánico – agronómicas de 12 clones internacionales, (ICS-1; ICS-6; ICS-95; P-7; P-12; SCA-6; SCA-12; EET-400; EET-228; UF-29; UF-613; IMC-67), para determinar la influencia del medio ambiente, encontrándose variabilidad genética en todo los clones estudiados, tanto para caracteres cualitativos y cuantitativos (Piñan, 1993).

Entre los años 2003 a 2005, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), desarrollaron la investigación de las características de árboles superiores de cacao seleccionadas por el programa de mejoramiento genético del CATIE, se evaluó 103 genotipos, existiendo una amplia variabilidad en los componentes de rendimiento, así como en las características cualitativas y cuantitativas de fruto y semilla (Arciniegas, 2005).

## **IV.- MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Materiales**

#### **4.1.1. Equipos**

- Estereoscopio 10x
- Balanza de precisión de 50 Kg y 5 Kg.
- Balanza gramera 600 g.
- Cámara digital.

#### **4.1.2. Herramientas**

- Vernier ó Pie de Rey.
- Forcípula
- Wincha de 5 m.
- Cinta métrica
- Escalímetro
- Pinzas N° 3, 4
- Estilete
- Placa petri
- Bisturí N° 11
- Regla de 50 cm.
- Bolsas de polietileno.
- Sacos de yute.
- Tijera de podar.
- Cajones fermentadores.
- Plumón indeleble.
- Etiquetas y fichas de evaluaciones.

## **4.2 Generalidades del lugar**

### **4.2.1 Ubicación del experimento**

El presente trabajo se ejecutó en la Estación Experimental “El Choclino” del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), ubicado a 4 Km. del distrito de la Banda de Shilcayo.

#### **4.2.1.1 Ubicación geográfica**

Latitud Sur	:	06°28'37.3"
Longitud Oeste	:	76°19'54.6"
Altitud	:	506 m.s.n.m.m.

#### **4.2.1.2 Ubicación política**

Distrito	:	Banda de Shilcayo
Provincia	:	San Martín
Departamento	:	San Martín

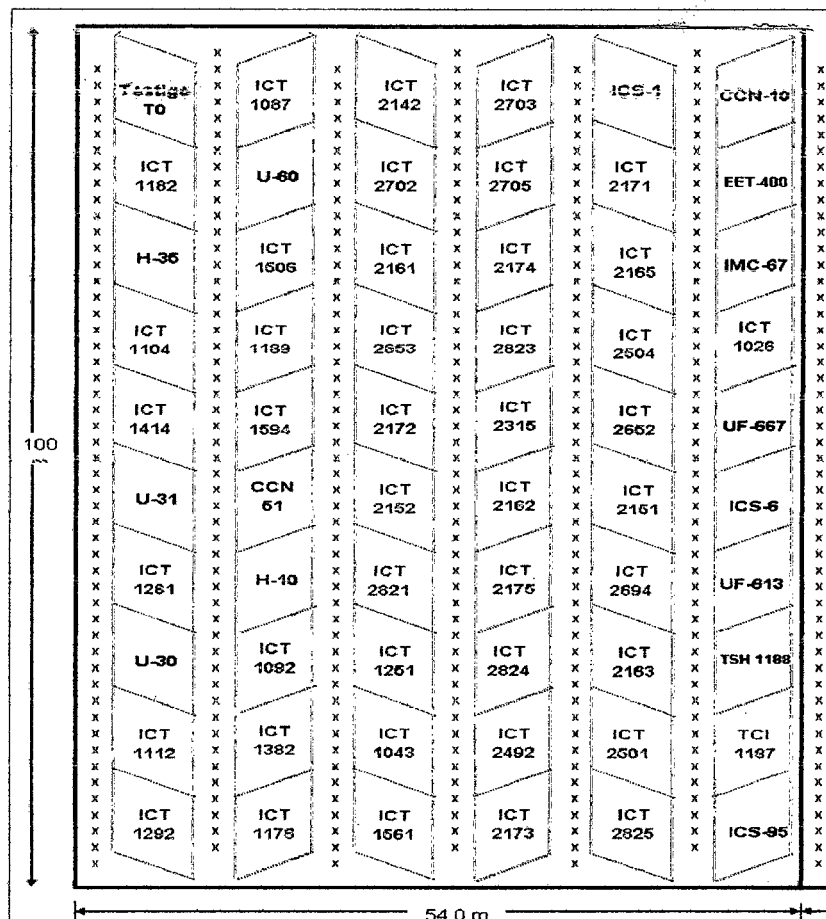
### **4.2.2 Características del campo experimental**

La Estación Experimental “El Choclino” inició sus trabajos a partir de marzo del 2004, a través de la instalación de diferentes sistemas de manejo del cultivo de cacao con la finalidad de fortalecer y reforzar la investigación continúa en este cultivo al manejo del stress de factores bióticos y abióticos. Iniciándose la instalación del sistema de manejo tradicional (TMS) con una superficie de 1.65 ha, y tres bloques. Posterior al acondicionamiento del campo definitivo, se procedió a la instalación de la sombra temporal (plátano), utilizándose para ello distanciamientos de 4 m x 3 m para finalmente proceder a la instalación del cultivo principal, utilizando para ello distanciamientos de 2 x 3 m. Debido a la no existencia de especies forestales valiosas y con la

finalidad de darle un valor agregado a los sistemas de cultivo, se procedió a la introducción de especies forestales como tornillo (*Cedrelinga cateaniformis*), capirona (*Calicophyllum spruceanum*) y paliperro (*Vitex pseudolia*), utilizándose distanciamiento de 12 x 12 m (69 plantas/ha).

Para la evaluación de las características fenotípicas de los 42 clones en estudio se utilizó el primer bloque del TMS, con una superficie de 5 400 m<sup>2</sup>. Dentro de cada bloque se encuentran 60 clones entre nacionales e internacionales, de las cuales solo 42 fueron estudiadas; cada clon cuenta con 10 repeticiones.

#### 4.2.2.1 Croquis de los tratamientos en estudio



**Donde:**

<b>CCN</b>	= Colección Castro Naranjal
<b>EET</b>	= Colección Estación Experimental Tropical de Pichilingue
<b>H</b>	= Colección Huallaga
<b>ICT</b>	= Colección Instituto de Cultivos Tropicales
<b>ICS</b>	= Colección Institute College Selection
<b>IMC</b>	= Colección Iquitos Marañón Collection
<b>TSH</b>	= Trinidad Selection Hybrid
<b>To</b>	= Testigo (Hibrido local)
<b>U</b>	= Colección Ucayali
<b>UF</b>	= Colección United Fruit Selections
<b>X</b>	= Plantas de cacao (borde entre los clones)

**4.2.3 Características edáficas**

Los suelos presentan clases textuales de franco arcillo arenoso en las primeras capas a arcilloso para las capas mas profundas, con un pH promedio de 6.5, además con una CIC de 26.6 meq/100 gr suelo y con niveles medio de materia orgánica en la capa superficial (0-20 cm) y bajo en las capas más profundas, lo cual va originar tenores medios a bajo de nitrógeno a medida que se profundiza el muestreo; mientras que los niveles de fósforo y potasio son bajos. En el anexo N° 02 se muestra en detalle las características edáficas de dicha parcela.

#### 4.2.4 Características climáticas

El lugar donde se realizó el presente trabajo se encuentra ubicada dentro de la zona de vida de Bosque Seco Premontano Tropical (bs – PT), según el sistema de clasificación desarrollada por Leslie R. Holdridge.

##### 4.2.4.1 Registros Meteorológicos

###### 4.2.4.1.1 Registros meteorológicos históricos

Los datos meteorológicos que se muestran en el cuadro N° 01 es el promedio de 4 años consecutivos de evaluación obtenidos en la Estación Meteorológica de la E.E. “Choclino”, perteneciente al Instituto de Cultivos Tropicales.

**Cuadro N° 01.** Datos meteorológicos históricos registrados en la estación meteorológica de la E.E “Choclino” (2005 - 2008).

Año	Temperatura del Ambiente			PP (mm)	Temperatura del Suelo		
	T° Max	T° Min	T° Media		15 cm	30 cm	T° Media
2005	26.43	24.32	25.38	1668.40	-	-	-
2006	25.98	23.72	24.85	1563.40	25.2	25.9	25.6
2007	26.67	23.83	25.25	1401.10	23.6	24.6	24.1
2008	-	-	25.28	1243.40	23.5	24.1	23.8

Fuente: “Instituto de Cultivos Tropicales”

###### 4.2.4.1.1 Registros meteorológicos del período de evaluación

Los datos meteorológicos que se muestran en el cuadro N° 02 es el promedio de 12 meses en el cual se desarrolló el presente proyecto, y fueron obtenidos en la Estación Meteorológica de la E.E. “Choclino”, perteneciente al Instituto de Cultivos Tropicales.

**Cuadro N° 02.** Datos meteorológicos registrados en la estación meteorológica de la E.E “Choclino” (Febrero 2008 a Enero 2009).

Año	Meses	T° Media Ambiental	PP (mm)	Temperatura del Suelo		
				15 cm	30 cm	T° Media
2008	Febrero	25.20	184.30	23.45	24.33	23.89
	Marzo	24.70	125.60	22.84	24.28	23.56
	Abril	25.00	75.13	22.51	24.48	23.49
	Mayo	24.50	53.10	21.86	24.12	22.99
	Junio	24.50	87.28	21.66	23.84	22.75
	Julio	24.20	5.05	22.14	23.18	22.66
	Agosto	26.30	118.31	22.26	23.30	22.78
	Septiembre	25.50	216.05	22.45	22.92	22.69
	Octubre	25.70	124.04	22.51	23.22	22.86
	Noviembre	25.50	96.63	22.77	23.41	23.09
	Diciembre	26.30	70.23	22.73	23.39	23.06
2009	Enero	25.90	50.00	23.76	24.82	24.29
Media Anual		25.28	1205.70	22.58	23.77	23.18

Fuente: “Instituto de Cultivos Tropicales”

### 4.3 Metodología

Se evaluó un total de 43 parámetros entre cuantitativos y cualitativos para todas las características morfológicas y productivas; para esto se utilizó una lista de descriptores estandarizados obtenido por el “International Cocoa Germplasm Database” elaborado, por (Wadsworth et al., 1997).

#### 4.3.1 Característica general de la planta

##### 4.3.1.1 Hábito de crecimiento

Se hizo la descripción en forma visual teniendo en cuenta el ángulo de las ramas laterales con respecto al tallo principal según la siguiente escala:

0 = Erecto

1 = Intermedio

2 = Péndulo

#### **4.3.1.2 Color del follaje nuevo**

Se evaluó la presencia o ausencia de pigmentos antociánicos en las hojas tiernas de cada clon, determinándose según la siguiente escala:

0 = Sin pigmentación

1 = con pigmentación

#### **4.3.1.2 Vigor de la planta**

Para la evaluación de este carácter, se tomó como referencia la apariencia general (crecimiento) de cada clon calificándose de acuerdo a la siguiente escala:

3 = Débil

5 = Intermedio

7 = Vigoroso

### **4.3.2 Características cuantitativas y cualitativas de la hoja**

#### **4.3.2.1 Longitud de la hoja (L)**

Es la distancia (cm.), desde la base del limbo hasta el ápice de la hoja; se utilizó un escalímetro.

#### **4.3.2.2 Ancho de la hoja (A)**

Es la distancia (cm.), entre las tangentes trazadas en ambos bordes laterales de la hoja y paralela a la línea de la longitud; se utilizó un escalímetro.

#### **4.3.2.3 Longitud desde la base hasta el punto más ancho de la hoja (LBL)**

Descriptor utilizado para determinar la forma de la hoja, de acuerdo a la relación (L/LBL).



#### 4.3.2.4 Longitud del pecíolo

Es la distancia (cm.) entre el inicio del pecíolo adherido en la rama hasta la base del limbo de la hoja, se utilizó un escalímetro.

#### 4.3.2.5 Presencia y ausencia de pulvínulo

Se evaluó la presencia de constricción y abultamiento del pecíolo, observada en la hoja joven, utilizando la siguiente escala:

0 = Pulvínulo ausente

1 = Pulvínulo presente

#### 4.3.2.6 Forma de la hoja

Se evaluó mediante la siguiente escala:

1 = L/LBL mayor de 2 cm. = Ovoide

2 = L/LBL igual a 2 cm. = Elíptica

3 = L/LBL menor de 2 cm. = Obovada

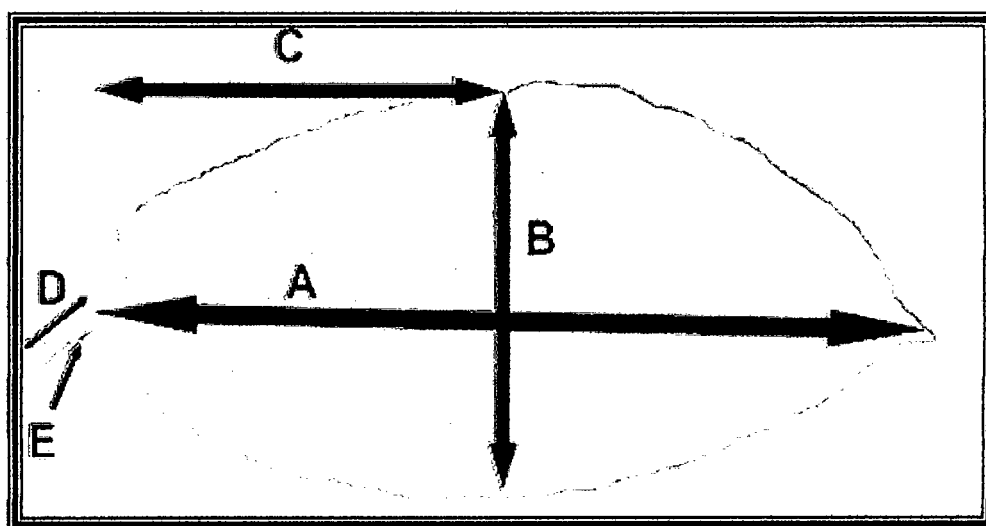


Figura N° 01. Descriptores morfológicos de la hoja: A. Longitud de la hoja (cm). B. Ancho de la hoja (cm). C. Longitud desde la base hasta el punto más ancho (cm). D. Longitud del pecíolo (cm). E. presencia y ausencia de pulvínulo.

### **4.3.3 Características cuantitativas y cualitativas de la flor**

#### **4.3.3.1 Color del pedúnculo floral**

Se evaluó utilizando la siguiente escala:

1 = Verde

2 = Verde con Rojo

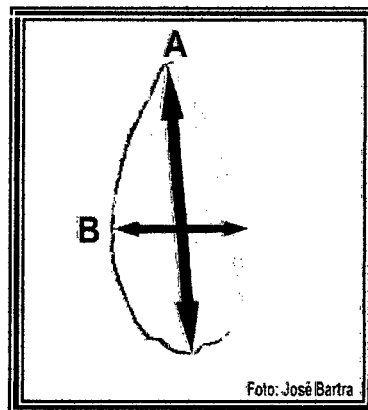
3 = Rojo

#### **4.3.3.2 Longitud de sépalo**

Se tomaron medidas en milímetros para esto se utilizó el programa ASSES, la medición se hizo desde la base hasta el ápice. (Figura N° 02)

#### **4.3.3.3 Ancho de sépalo**

Se utilizó el programa ASSES, se registraron medidas en el punto mas ancho en milímetros. (Figura N° 02).



**Figura 02.** Descriptores morfológicos de la flor: A. Longitud de sépalo (mm). B. Ancho de sépalo (mm).

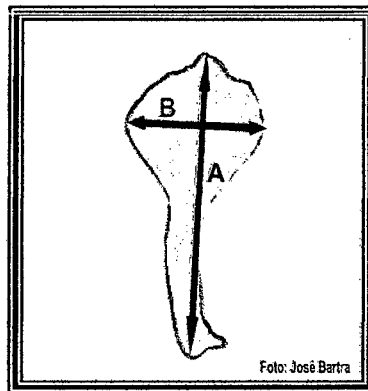
#### 4.3.3.4 Longitud de pétalo

Se utilizó el programa ASSES, se registraron medidas desde la inserción con el ovario hasta el ápice del mismo en milímetros.

(Figura N° 03)

#### 4.3.3.5 Ancho de pétalo

Se utilizó el programa ASSES, se tomaron medidas en milímetros, en el punto más ancho del órgano floral. (Figura N° 03)



**Figura N° 03.** Descriptores morfológicos de la flor: A. Longitud de pétalo (mm). B. Ancho de pétalo (mm).

#### 4.3.3.6 Longitud de estaminoides

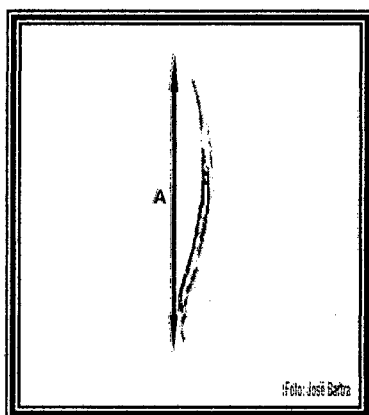
Se utilizó el programa ASSES, se midió en milímetros, desde la inserción con el ovario hasta el término del filamento (Figura N° 04).

#### 4.3.3.7 Color de estaminoides

Se determino utilizando la siguiente escala:

3 = morado claro

5 = morado oscuro (intenso)



**Figura N° 04.** Descriptores morfológicos de la flor: **A.** Longitud de estaminoide (mm).

#### **4.3.3.8 Longitud de ovario**

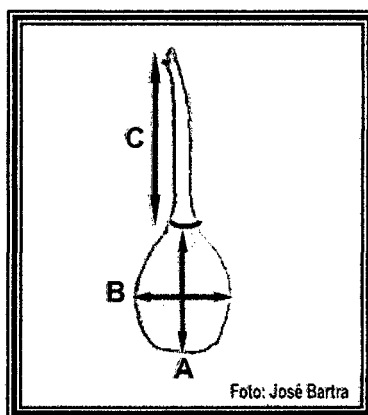
Se utilizó el programa ASSES, se realizaron medidas en milímetros (Figura N° 05)

#### **4.3.3.9 Ancho de ovario**

Se utilizó el programa ASSES, se tomaron medidas en milímetros (Figura N° 05)

#### **4.3.3.10 Longitud de estilo**

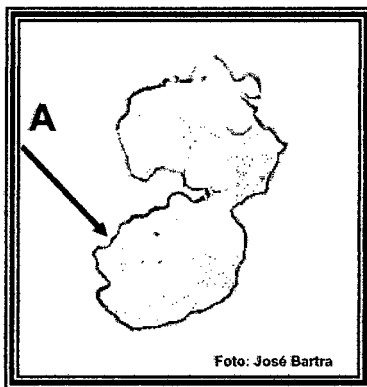
Se utilizó el programa ASSES, se registraron medidas en milímetros (Figura 05)



**Figura N° 05.** Descriptores morfológicos de la flor: **A.** Longitud de ovario. **B.** Ancho de ovario. **C.** Longitud de estilo. (mm).

#### **4.3.3.11 Número de óvulos por ovario**

Se realizó según la metodología sugerida por (Enríquez G. y López O, 1985), observándolos al estereoscopio (10x), después de remover los pétalos, sépalos, estambres y estaminoides.



**Figura N° 06.** Descriptores morfológicos de la flor: A. Número de óvulos por ovario

#### **4.3.4 Características cuantitativas y cualitativas del fruto**

##### **4.3.4.1 Tipo de fruto**

Se determinó en función a la comparación de los diagramas que se muestran en la (Figura N° 08): y la siguiente escala:

1 = Amelonado

2 = Cundeamor

3 = Angoleta

4 = Calabacillo

5 = Criollo

6 = Pentágona

#### **4.3.4.2 Longitud de fruto**

Se utilizó una forcípula, midiendo desde la parte basal del fruto hasta el ápice del mismo en cm. (Figura N° 07)

#### **4.3.4.3 Diámetro de fruto**

Mediante el uso de la forcípula se registro las medidas del diámetro en cm. (Figura N° 07)

#### **4.3.4.4 Forma del fruto**

Se determinó en función a la relación longitud / diámetro, de acuerdo a la siguiente escala.

1 = Menor de 1.5	=	Redondeado
2 = De 1.5 a 3.0	=	Ovalada
3 = Mayor de 3.0	=	Alargada

#### **4.3.4.5 Tamaño de Fruto**

Se determino de acuerdo a su longitud, registrándose mediante la siguiente escala:

1 = Menor de 15 cm	=	Pequeño
2 = De 16 a 19 cm	=	Mediano
3 = Mayor de 20 cm	=	Grande

#### **4.3.4.6 Espesor de cáscara**

Se registro en cm. haciendo uso del vernier, se tomo la parte más ancha del mesocarpio. (Figura N° 07)

#### **4.3.4.7 Forma del ápice**

Se determinó por comparación con la representación gráfica mostrada en la (Figura 08), mediante la siguiente escala:

- 0 = Acuminado
- 1 = Aguda
- 2 = Obtuso
- 3 = Redondo
- 4 = Atenuado
- 5 = Caudado
- 6 = Pezón
- 7 = Dentado

#### **4.3.4.8 Constricción basal**

Fue evaluado comparando con los diagramas que se muestran en la (Figura N° 07), y catalogado mediante la siguiente escala:

- 0 = no
- 1 = Leve
- 2 = Intermedia
- 3 = Fuerte

#### **4.3.4.9 Rugosidad de la cáscara**

Se evaluó por la ausencia o presencia de protuberancias en la superficie del fruto mediante la siguiente escala:

- 0 = Ausente
- 3 = Leve
- 5 = Intermedio
- 7 = Intenso

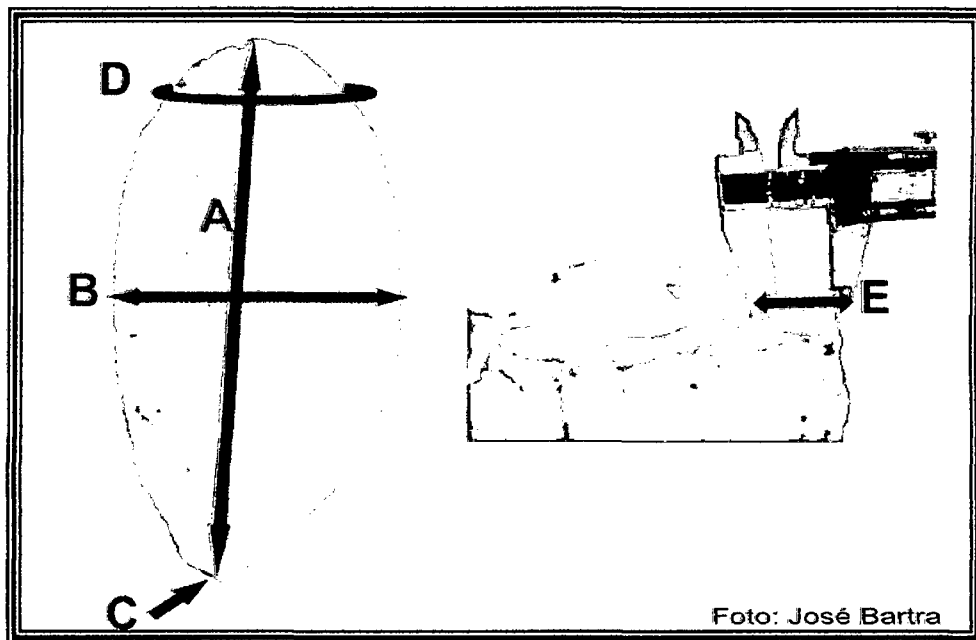


Foto: José Bartra

**Figura N° 07.** Descriptores morfológicos del fruto evaluados. **A.** Longitud del fruto (cm). **B.** Diámetro del fruto (cm). **C.** Forma del ápice. **D.** Constricción basal. **E.** Espesor de cáscara.

#### 4.3.4.10 Color del fruto

Se evaluó teniendo como base la siguiente escala de coloración:

**C** = Crema

**R** = Rojo

De las combinaciones obtenidas:

**E** = Gris

**W** = Blanco

**OR** = Naranja rojizo

**G** = Verde

**Y** = Amarillo

**RK** = Rojo rosa

**K** = Rosa

**L** = Claro

**R + Y** = Rojo con franjas amarillas

**O** = Naranja

**D** = Oscuro

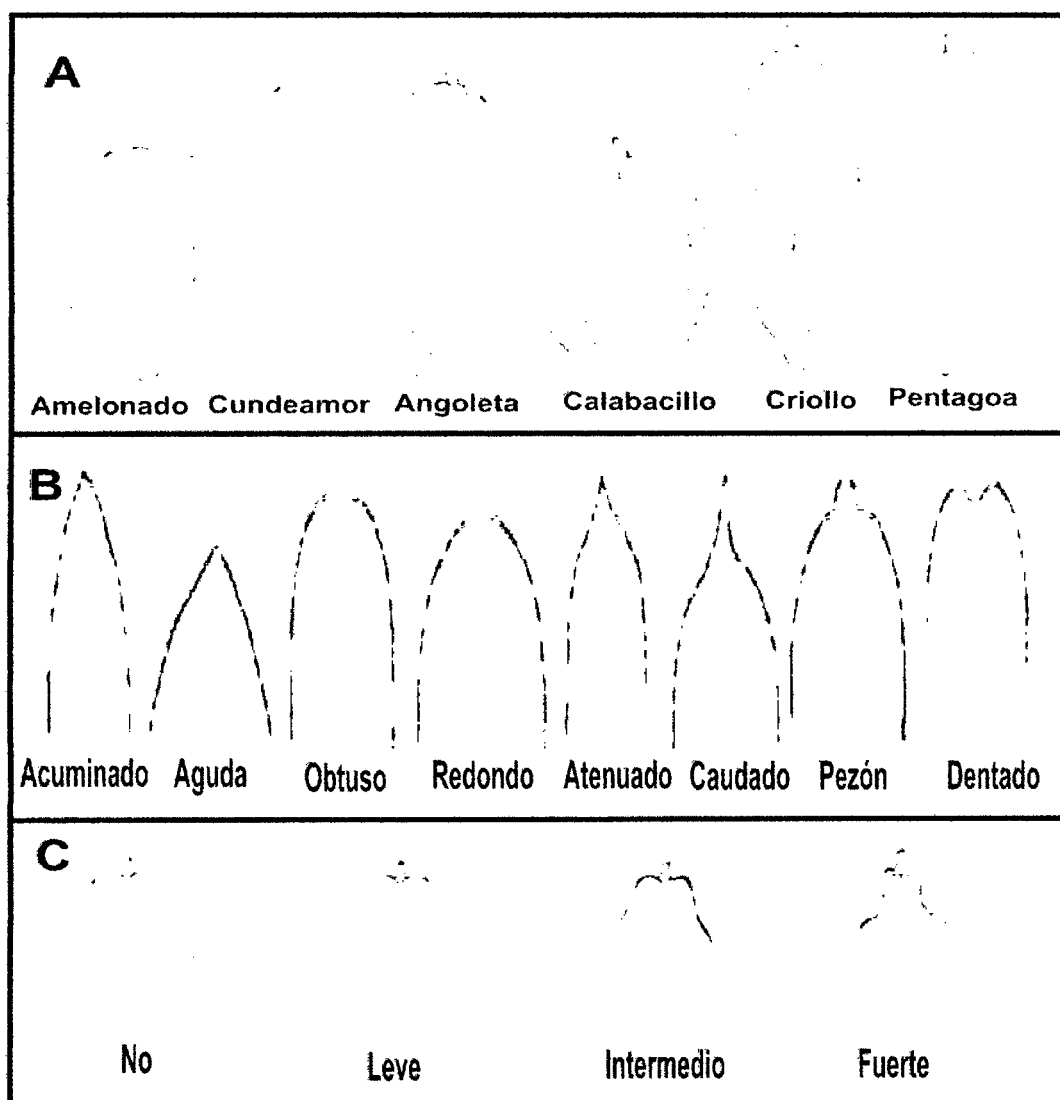
**Y + O** = Amarillo con franjas naranjas

**P** = Púrpura

**I** = Intenso

**OR + Y** = OR con franjas amarillas





**Figura N° 08.** Descriptores morfológicos. **A.** Tipo de fruto. **B.** Forma del ápice. **C.** Constricción basal.

#### **4.3.4.11 Profundidad de surco**

Se tomó el surco mas profundo midiendo con la ayuda de un vernier en cm.

#### **4.3.4.12 Peso total**

Las mazorcas fueron pesadas en una balanza de precisión, registrándose los pesos en gramos.

#### **4.3.5 Características cuantitativas y cualitativas de la semilla**

##### **4.3.5.1 Número de semillas por fruto**

Se determinó en base a las semillas que presentó las mazorcas de cada clon.

##### **4.3.5.2 Peso húmedo**

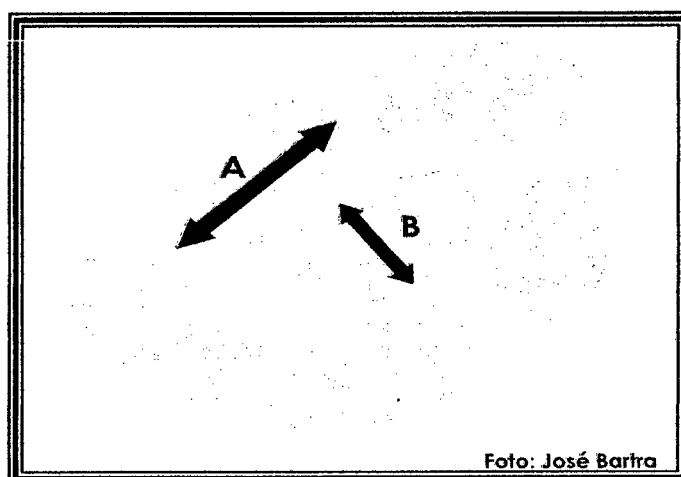
Se registró el peso total de las semillas con mucilago, de cada mazorca evaluada.

##### **4.3.5.3 Longitud de la semilla**

Se registró medidas de semillas tomadas al azar por mazorcas de cada clon, haciendo uso del vernier en milímetros. (Figura 09)

##### **4.3.5.4 Ancho de la semilla**

Se registró medidas en milímetros en el punto mas ancho de la semilla.



**Figura N° 09.** Descriptores morfológicos de la semilla. A. Longitud de la semilla. B. Ancho de la semilla.

#### **4.3.5.5 Color del cotiledón**

Se evaluó teniendo como base la siguiente escala de coloración:

- 1 = Blanco
- 2 = Gris
- 3 = Púrpura claro
- 4 = Morado Claro
- 5 = Púrpura oscuro
- 6 = Moteado

#### **4.3.5.6 Semilla en sección longitudinal**

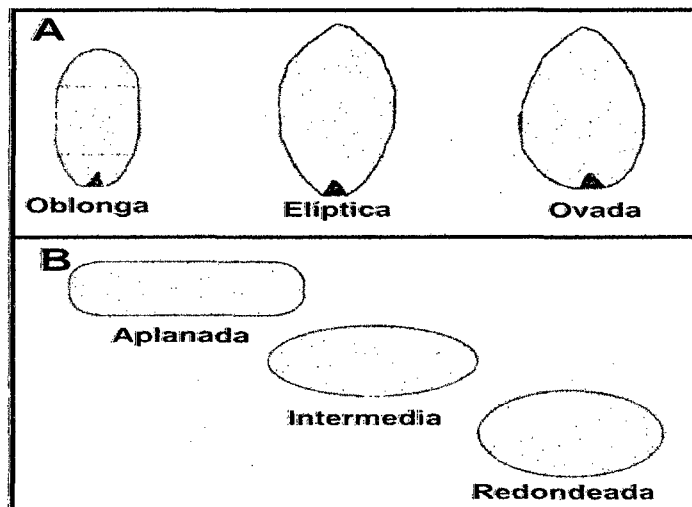
Se evaluó haciendo uso de la siguiente escala y de acuerdo a los diagramas mostrados en la Figura N° 10

- 1 = Oblonga
- 2 = Elíptica
- 3 = Ovada

#### **4.3.5.7 Semilla en sección transversal**

Se determino teniendo en cuenta la siguiente escala y de acuerdo a los diagramas mostrados en la Figura N° 10:

- 1 = Aplanada
- 2 = Intermedia
- 3 = Redondeada



**Figura N° 10.** Descriptores morfológicos de la semilla. **A.** Semilla en sección longitudinal. **B.** Semilla en sección transversal

#### **4.3.6 De la productividad de los clones evaluados**

Se determinó una evaluación preliminar durante todo el año, en cuanto al rendimiento de los clones estudiados, a los tres años y medio de la siembra de estos.

##### **4.3.6.1 Número de frutos maduros / árbol / año**

Se registró el conteo de los frutos a la par del beneficio de las mazorcas, siendo esta sumada al finalizar del periodo de evaluación.

##### **4.3.6.2 Número de frutos enfermos / árbol / año**

Se registró el conteo de los frutos encontrados durante el proceso de evaluación, afectados por diversas causas (plagas y enfermedades).

##### **4.3.6.3 Producción Kg / ha / año**

Se determinó el peso húmedo (baba), al promediar la producción alcanzada en cada planta de cada clon estudiado para luego ser llevada a hectárea.

## **4.4 Componentes en estudio**

### **4.4.1 Material genético**

Corresponden a los reportes anteriores del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), específicamente del proyecto de "Selección Recurrente de Plantas Matrices de Cacao con Fines de Productividad y Resistencia a Plagas", donde la variabilidad genética encontrada en los campos de agricultores fue muy grande, lográndose obtener hasta 600 genotipos diferentes entre las zonas de Juanjuí y Tocache; la selección de los 42 clones en estudio, se tuvieron en cuenta características favorables de productividad y resistencia a plagas y enfermedades; así como también la existencia de la mayor variabilidad posible entre estos genotipos, determinados mediante el uso de técnicas multivariadas y componentes principales (análisis clúster), por clon con características favorables, ya sea evaluados en su lugar de origen (chacra de agricultores), bancos de germoplasmas o parcelas demostrativas. Los detalles de cada clon en estudio se indican en el cuadro N° 03.

### **4.4.2 Estructura genética de las plantas matrices**

El método basado en el modelo Bayesiano fue usado para inferir la estructura de las poblaciones ocultas de las plantas matrices. El impacto de la introducción de los clones internacionales y las actuales poblaciones de cacao en los campos de los agricultores fue fuertemente influenciado por la contribución de los clones Alto amazónicos y los clones Trinitarios. Cuando analizaron el perfil SSR (Simple Sequence Repeat) en las colecciones ICS, CFC, PA y Pound

comparada con las plantas matrices, no se encontraron clones Alto amazónicos o Trinitarios en las plantas matrices. Este resultado demuestra que la diversidad de las plantas matrices se formó por la familia de híbridos derivados de los clones Alto amazónico y Trinitario. El resultado en general esta de acuerdo con la historia del mejoramiento del cacao en el Perú, donde ambos clones Alto Amazónicos Forasteros (SCA-12, SCA-6, P-7, P-12, IMC-67, PA-150, PA46) y Trinitarios (ICS-1, ICS-6, ICS-40, ICS-39, ICS-95) fueron ampliamente usados como clones parentales en la producción de semillas híbridas en el noreste peruano.

#### **4.4.2 Nomenclatura de los genotipos en estudio**

Se tuvo en cuenta la procedencia, es decir la zona donde se colectaron; en la cual los genotipos pertenecientes a la provincia de Mariscal Cáceres y Huallaga pertenecen a la serie 1 y los de Tocache a la serie 2, también se tuvo en cuenta el número de agricultor o beneficiario registrado por el ICT y por ultimo el número de planta, completando así cuatro dígitos.

#### 4.4.3 Tratamientos en estudio

**Cuadro N° 03 Genotipos de cacao del trabajo experimental.**

N°	Clave	Ubicación	
		Sector	Provincia
1	ICT - 1026	Huicungo	Juanjuí
2	ICT - 1043	Pajarillo	Juanjuí
3	ICT - 1087	Dos unidos	Juanjuí
4	ICT - 1092	Retama	Juanjuí
5	ICT - 1104	Dos Unidos	Juanjuí
6	ICT - 1112	Aucararca	Juanjuí
7	ICT - 1176	Aucararca	Juanjuí
8	ICT - 1182	Soledad	Juanjuí
9	ICT - 1187	Soledad	Juanjuí
10	ICT - 1189	Soledad	Juanjuí
11	ICT - 1251	Apana (Pachiza)	Juanjuí
12	ICT - 1281	Tingo de Saposoa	Huallaga
13	ICT - 1292	La isla (Tingo de Saposoa)	Huallaga
14	ICT - 1382	La Libertad	Juanjuí
15	ICT - 1414	Zanja Seca	Juanjuí
16	ICT - 1506	La isla (Tingo de Saposoa)	Huallaga
17	ICT - 1561	Huayranga (Pachiza)	Juanjuí
18	ICT - 1594	Loreto	Juanjuí
19	ICT - 2142	Alto Almendra	Tocache
20	ICT - 2151	Alto Almendra	Tocache
21	ICT - 2152	Alto Almendra	Tocache
22	ICT - 2161	Alto Almendra	Tocache
23	ICT - 2162	Alto Almendra	Tocache
24	ICT - 2163	Alto Almendra	Tocache
25	ICT - 2165	Alto Almendra	Tocache
26	ICT - 2171	Alto Almendra	Tocache
27	ICT - 2172	Alto Almendra	Tocache
28	ICT - 2173	Alto Almendra	Tocache
29	ICT - 2174	Alto Almendra	Tocache
30	ICT - 2175	Alto Almendra	Tocache
31	ICT - 2315	Bolívar	Tocache
32	ICT - 2492	Loboyacu	Tocache
33	ICT - 2501	Shapajilla	Tocache
34	ICT - 2504	Shapajilla	Tocache
35	ICT - 2652	Alto Almendra	Tocache
36	ICT - 2653	Alto Almendra	Tocache
37	ICT - 2694	Rivera del Huallaga	Tocache
38	ICT - 2705	Bambamarca	Tocache
39	ICT - 2821	Rivera del Huallaga	Tocache
40	ICT - 2823	Rivera del Huallaga	Tocache
41	ICT - 2824	Rivera del Huallaga	Tocache
42	ICT - 2825	Rivera del Huallaga	Tocache

#### **4.5 Análisis estadístico**

Para el presente estudio se utilizó un análisis descriptivo (media ( $\bar{X}$ ), máximos, mínimos y coeficiente de variación (C.V.)) y la prueba de correlación ( $r$ ) para los diversos caracteres cuantitativos. Además se hizo un análisis de conglomerado (prueba de clúster o dendrograma) de todas las variables fenotípicas evaluadas, para ello todas las variables cuantitativas y cualitativas fueron convertidas en un lenguaje binario, para luego con el uso del NTSYSpc puedan ser analizados las distancias entre uno y otro genotipo mediante el coeficiente Nei.



## V. RESULTADO

### 5.1. Característica general de la planta

En el cuadro N° 04 se presentan las características descriptivas correspondientes al hábito de crecimiento, pigmentación del follaje de brotes y vigor de la planta de 42 clones de cacao estudiados (Wadsworth, *et al.*, 1997).

En relación al hábito de crecimiento, todos los clones resultaron ser erectos; respecto al color de follaje de brotes todos los clones presentaron pigmentación antocianina en las hojas jóvenes emergentes; y en cuanto al vigor el 21.42% de los clones (ICT-1026; ICT-1182; ICT-1187; ICT-2151; ICT-2163; ICT-2171; ICT-2175; ICT-2501 y ICT-2652), expresaron un vigor intermedio, 78.57% resultaron ser vigoroso.

**Cuadro N° 04.** *Evaluación de 42 genotipos de cacao: características fenotípicas de la planta de cacao. (3 años y medio)*

Genotipo	Hábito de Crecimiento	Pigmentación del follaje nuevo	Vigor de la Planta
ICT-1026	Erecto	Con pigmentación	Intermedio
ICT-1043	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-1087	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-1092	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-1104	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-1112	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-1176	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-1182	Erecto	Con pigmentación	Intermedio
ICT-1187	Erecto	Con pigmentación	Intermedio
ICT-1189	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-1251	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-1281	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-1292	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-1382	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-1414	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-1506	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-1561	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-1594	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso

**Cuadro N° 04. Evaluación de 42 genotipos de cacao: características fenotípicas de la planta de cacao. (3 años y medio)**



Genotipo	Hábito de Crecimiento	Pigmentación del follaje nuevo	Vigor de la Planta
ICT-2142	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-2151	Erecto	Con pigmentación	Intermedio
ICT-2152	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-2161	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-2162	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-2163	Erecto	Con pigmentación	Intermedio
ICT-2165	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-2171	Erecto	Con pigmentación	Intermedio
ICT-2172	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-2173	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-2174	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-2175	Erecto	Con pigmentación	Intermedio
ICT-2315	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-2492	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-2501	Erecto	Con pigmentación	Intermedio
ICT-2504	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-2652	Erecto	Con pigmentación	Intermedio
ICT-2653	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-2694	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-2705	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-2821	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-2823	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-2824	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso
ICT-2825	Erecto	Con pigmentación	Vigoroso

## 5.2. Características cuantitativas y cualitativas de la hoja

Se evaluaron 5 hojas de cada uno de los genotipos estudiados, se determinó variables de longitud y ancho de la hoja, longitud de pecíolo y forma de la hoja, y una variable cualitativa (presencia de pulvínulos). En el cuadro N° 05 se indican los resultados obtenidos para 42 genotipos evaluados.

**Cuadro N° 05. Evaluación de 42 genotipos de cacao: características cuantitativas y cualitativas de la hoja**

Genotipo	N° de Hojas Evaluadas	Longitud (L)	Ancho (A)	Long. desde la base hasta el punto mas ancho (LBL)	Longitud del pecíolo	Pulvínulo	Forma (L/LBL)
ICT-1026	5	30,72	10,96	15,24	2,30	Presente	Ovoide
ICT-1043	5	31,60	10,96	15,68	2,24	Presente	Ovoide
ICT-1067	5	28,30	11,68	14,36	2,30	Presente	Obovada
ICT-1092	5	32,30	11,34	16,42	2,58	Presente	Obovada
ICT-1104	5	28,18	8,72	16,20	2,18	Presente	Obovada
ICT-1112	5	28,14	10,42	15,52	2,74	Presente	Obovada
ICT-1176	5	27,52	10,22	13,72	2,62	Presente	Ovoide
ICT-1182	5	30,98	11,04	14,82	2,10	Presente	Ovoide
ICT-1187	5	30,68	12,48	14,44	1,66	Presente	Ovoide
ICT-1189	5	30,92	10,40	16,86	2,30	Presente	Obovada
ICT-1251	5	32,26	11,88	16,10	2,82	Presente	Elíptica
ICT-1281	5	30,72	10,90	16,70	2,58	Presente	Obovada
ICT-1292	5	32,86	11,24	15,60	2,64	Presente	Ovoide
ICT-1362	5	29,32	10,08	14,54	1,98	Presente	Ovoide
ICT-1414	5	33,12	11,58	20,02	2,88	Presente	Obovada
ICT-1506	5	36,86	12,90	17,86	2,50	Presente	Ovoide
ICT-1561	5	30,70	9,96	15,12	2,48	Presente	Ovoide
ICT-1594	5	32,20	12,38	15,66	2,14	Presente	Ovoide
ICT-2142	5	33,92	10,42	16,04	2,88	Presente	Ovoide
ICT-2151	5	31,32	12,48	14,10	2,48	Presente	Ovoide
ICT-2152	5	31,28	11,92	15,90	2,34	Presente	Obovada

Longitud de la hoja (L) en cm.

Ancho de la hoja (A) en cm.

Longitud desde la base hasta el punto mas ancho (LBL) en cm.

Longitud del pecíolo en cm.

Pulvínulos 0 = Presente; 1 = Ausente

Forma de hoja (L/LBL) > de 2 cm = Ovoide; = a 2 cm Elíptica; < de 2 cm = Obovada

**Cuadro N° 05. Evaluación de 42 genotipos de cacao: características cuantitativas y cualitativas de la hoja**

Genotipo	N° de Hojas Evaluadas	Longitud (L)	Ancho (A)	Long. desde la base hasta el punto mas ancho (LBL)	Longitud del pecíolo	Pulvínulo	Forma (L/LBL)
ICT-2161	5	32,44	10,98	16,44	2,14	Presente	Obovada
ICT-2162	5	33,04	11,22	16,48	2,46	Presente	Elíptica
ICT-2163	5	29,70	10,40	13,54	2,10	Presente	Ovoide
ICT-2165	5	33,24	11,98	15,84	2,88	Presente	Ovoide
ICT-2171	5	32,88	12,18	14,88	2,56	Presente	Ovoide
ICT-2172	5	32,60	10,86	15,34	3,08	Presente	Ovoide
ICT-2173	5	32,60	11,10	17,30	2,94	Presente	Obovada
ICT-2174	5	33,64	12,86	15,84	2,82	Presente	Ovoide
ICT-2175	5	28,74	11,90	14,84	2,06	Presente	Obovada
ICT-2315	5	32,90	11,48	15,58	2,24	Presente	Ovoide
ICT-2492	5	30,92	10,82	15,40	3,30	Presente	Ovoide
ICT-2501	5	31,24	11,14	15,56	2,50	Presente	Ovoide
ICT-2504	5	30,40	11,38	13,92	3,12	Presente	Ovoide
ICT-2652	5	34,28	11,62	15,84	2,14	Presente	Ovoide
ICT-2653	5	31,22	11,94	15,26	2,44	Presente	Ovoide
ICT-2694	5	32,52	9,88	15,86	2,78	Presente	Ovoide
ICT-2705	5	29,04	9,20	13,40	2,88	Presente	Ovoide
ICT-2821	5	30,80	12,04	15,80	3,20	Presente	Obovda
ICT-2823	5	31,68	11,30	15,06	1,82	Presente	Ovoide
ICT-2824	5	35,30	11,00	17,88	2,70	Presente	Obovada
ICT-2825	5	28,48	9,58	14,08	2,98	Presente	Ovoide
<b>Media</b>		<b>31,47</b>	<b>11,16</b>	<b>15,60</b>	<b>2,51</b>		
<b>Máximo</b>		<b>36,86</b>	<b>12,90</b>	<b>20,02</b>	<b>3,30</b>		
<b>Mínimo</b>		<b>27,52</b>	<b>8,72</b>	<b>13,40</b>	<b>1,66</b>		
<b>Desv. Stand.</b>		<b>2,01</b>	<b>0,94</b>	<b>1,26</b>	<b>0,38</b>		
<b>C.V. (%)</b>		<b>6,39</b>	<b>8,47</b>	<b>8,10</b>	<b>14,95</b>		

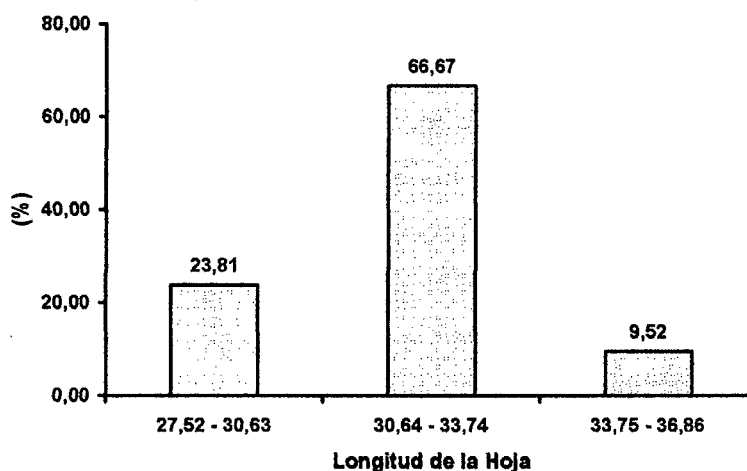
En el cuadro N° 06 se puede apreciar que en cuanto a la longitud de la hoja el (66.67%), de los genotipos evaluados se encuentra en el rango de 30.64 cm a 33.74 cm; en el ancho de la hoja el (50.00%), se encuentran en un rango de 10.12 cm a 11.50 cm; con lo que respecta a la longitud desde la base hasta el punto mas ancho de la hoja el (52.38%) de los 42 genotipos evaluados se encuentran dentro de un rango de 13.40 cm a 15.61 cm; en la longitud del pecíolo el (50.00%) de los genotipos se encuentran en un rango de 2.22 cm a 2.76 cm; y en cuanto a la forma el (64.29%) de los genotipos resultaron ser ovoides, (30.95%) obovada y el (4.76%) elípticas.

**Cuadro N° 06.** *Distribución de frecuencias de las características cuantitativas y cualitativas de la hoja*

<b>Variables</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Categoría</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Cuantitativas</b>	<b>Longitud de la hoja (cm)</b>	27,52 - 30,63	23,81
		30,64 - 33,74	66,67
		33,75 - 36,86	9,52
	<b>Ancho de la hoja (cm)</b>	08,72 - 10,11	14,29
		10,12 - 11,50	50,00
		11,51 - 12,90	35,71
	<b>Long. Desde la base mas ancha de la hoja</b>	13,40 - 15,61	52,38
		15,62 - 17,81	41,48
		17,82 - 20,02	7,14
	<b>Longitud del Pecíolo (cm)</b>	1,66 - 2,21	23,81
		2,22 - 2,76	50,00
		2,77 - 3,30	26,19
<b>Cualitativas</b>	<b>Presencia de Pulvínulos</b>	Presente	100,00
		Ausente	0,00
	<b>Forma de la hoja</b>	Ovoide	64,29
		Obovada	30,95
		Elíptica	4,76

### 5.2.1 Longitud de la hoja

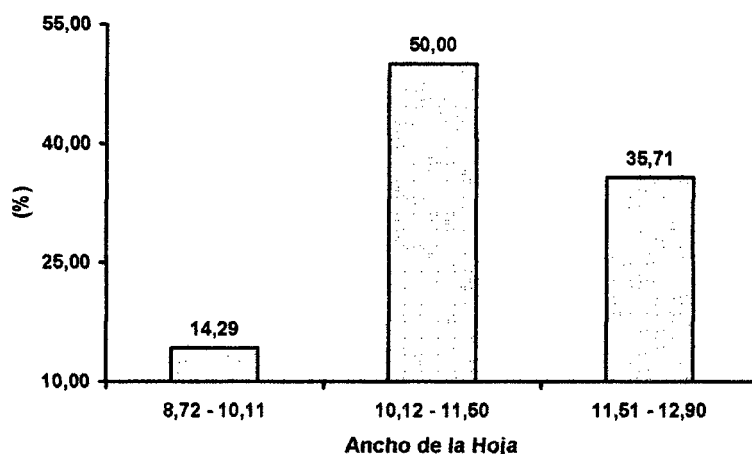
En cuanto a este parámetro se observa que el genotipo (ICT-1176) fue el que menor longitud obtuvo con 27.52 cm. y el genotipo (ICT-1506), la de mayor longitud con 36.86 cm.; donde la mayoría de los genotipos (66.67%), se encuentran en la clase dos de la distribución de frecuencias, cuyos rangos están entre los 30.64 cm. a 33.74 cm.



**Gráfico N° 01.** *Distribución de frecuencias de la longitud de la hoja de 42 clones de cacao*

### 5.2.2 Ancho de la hoja

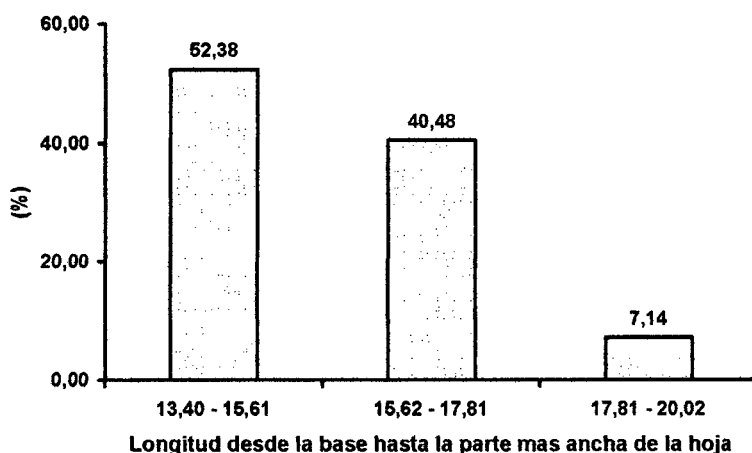
Se registro una variación que va desde los 8.72cm (ICT-1104), hasta los 12.90 cm. (ICT-1506), y cuya distribución de las frecuencias se encontraron en la clase dos cuyo rango es de 10.12 cm. a 11.50 cm. con (50.00%) de los 42 genotipos estudiados.



**Gráfico N° 02.** *Distribución de frecuencias del ancho de la hoja de 42 clones de cacao.*

### 5.2.3 Longitud desde la base hasta el punto más ancho

La de menor longitud fue de 13.40 cm. (ICT-2705), y la de mayor longitud fue el (ICT- 1414), con una media de 20.02 cm.; siendo la distribución de la frecuencia en un rango de 13.40 cm. a 15.61 cm. correspondiente a la clase uno con (52.38%), del total de los genotipos estudiados.



**Gráfico N° 03.** *Distribución de frecuencias de la longitud desde la base hasta la parte más ancha de la hoja de 42 clones de cacao.*

#### 5.2.4 Longitud del pecíolo

La longitud del pecíolo registró una variación de 1.66 cm (ICT – 1187) a 2.30 cm (ICT – 2492). La distribución de frecuencias para esta variable fue en la clase dos, agrupando el 50.00% de los 42 genotipos estudiados, cuyos rangos están entre 2.22 cm y 2.76 cm.

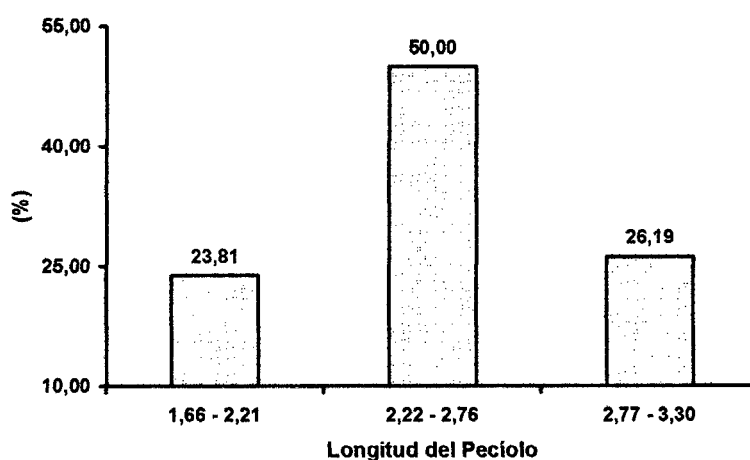


Gráfico N° 04. *Distribución de frecuencias de la longitud de pecíolo de 42 clones de cacao*

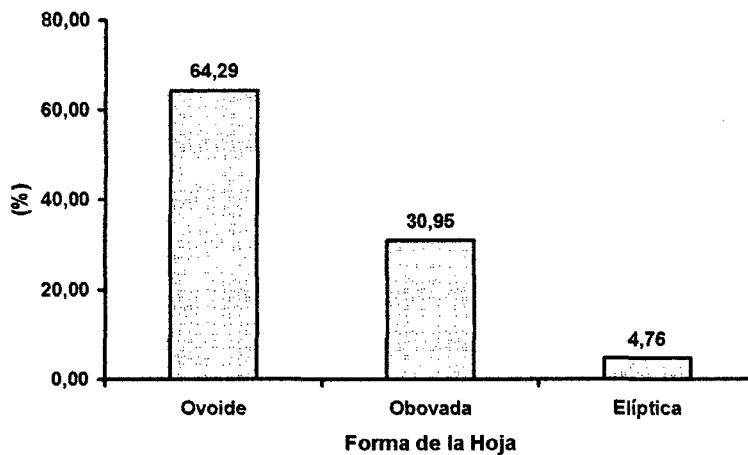
#### 5.2.5 Presencia de pulvínulos

Con relación a este parámetro el (100.00%) de los 42 genotipos evaluados lo presentaron.

#### 5.2.6 Forma de la hoja

La mayoría de los genotipos evaluados (64.29%) presentaron una forma de hoja ovoide representada por la clase uno, seguida de (30.95%) de forma obovada, ilustrada por la clase dos y un (4.76%) de la forma elíptica representada en la clase tres.

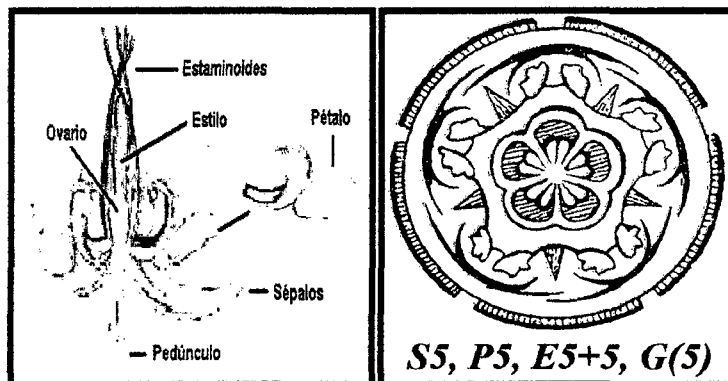




**Gráfico N° 05.** *Distribución de frecuencias de la forma de la hoja de 42 clones de cacao.*

### 5.3. Características cuantitativas y cualitativas de la flor

Se evaluaron 5 flores de cada uno de los clones, en el cuadro N° 07 y 08 se indican los resultados de los descriptores cualitativos y cuantitativos obtenidos para 42 clones evaluados.



**Figura N° 11,** *Partes y diagrama floral (5 sépalos, 5 pétalos, 10 estambres en dos grupos donde uno solo de los grupos es fértil y un ovario supero de 5 carpelos fundidos) del cacao evaluadas para los 42 genotipos en estudio.*

El cuadro N° 07 y 08 observamos que la media obtenida referente al sépalo, donde la longitud con 8.11 mm y ancho con 2.96 mm, corresponden al mayor número de clones, quienes representan el (54.76%) y (64.29%), respectivamente.

Relacionado al pétalo, la media de la longitud fue de 6.08 mm y ancho 2.71 mm, donde el (40.48%) y (57.14%) respectivamente, pertenecen al número mayor de clones; en cuanto a la longitud de estaminoides el (45.24%), de los clones presentaron un rango cercano a la media de 6.82 mm.

Concerniente al ovario, la longitud presento (61.90%), y el ancho (52.38%), del total de los genotipos evaluados, presentando rangos que van de 1.52 a 2.04 mm. en cuanto a longitud, y ancho de 1.00 a 1.53 mm, además se evaluó la longitud del estilo donde el mayor número de genotipos (52.38%), estuvo en un rango de 1.77 a 2.31 mm.

**Cuadro N° 07. Evaluación de 42 clones de cacao: características cuantitativas y fenotípicas de la flor expresada en mm.**

Genotipo	Color de pedúnculo	Longitud del Sépalo	Ancho del Sépalo	Longitud del Pétalo	Ancho del Pétalo	Longitud de Estaminoides	Color de Estaminoides	Longitud del Ovario	Ancho del Ovario	Longitud del Estilo	N° de ovulos/ovario
ICT-1026	Rojo	7.96	3.03	6.04	4.21	7.19	Morado oscuro	1.93	1.79	2.26	46
ICT-1043	Rojo	7.40	2.89	5.17	2.56	5.90	Morado oscuro	1.62	1.38	2.26	46
ICT-1087	Rojo	8.39	2.74	6.67	2.70	6.88	Morado oscuro	2.07	1.37	2.46	42
ICT-1092	Rojo	8.00	2.46	6.53	2.37	7.82	Morado oscuro	2.16	1.61	2.36	52
ICT-1104	Verde con rojo	8.66	4.18	6.33	3.18	7.06	Morado oscuro	2.49	2.14	2.03	49
ICT-1112	Rojo	7.06	2.12	6.31	4.66	6.74	Morado oscuro	1.92	1.01	1.92	52
ICT-1176	Rojo	7.46	2.43	5.39	3.89	6.66	Morado oscuro	1.62	1.26	1.84	50
ICT-1182	Verde con rojo	8.94	4.30	6.37	4.00	7.00	Morado oscuro	2.36	2.49	2.66	47
ICT-1187	Rojo	5.86	2.56	4.38	4.46	4.86	Morado oscuro	1.67	1.20	2.06	46
ICT-1189	Rojo	7.93	2.47	6.83	3.92	7.66	Morado oscuro	2.31	1.66	2.34	39
ICT-1251	Rojo	7.70	2.46	4.60	4.16	5.82	Morado oscuro	1.66	1.40	1.98	47
ICT-1281	Rojo	8.76	2.28	5.88	2.47	5.60	Morado oscuro	2.14	1.18	2.62	41
ICT-1292	Rojo	7.17	2.27	5.86	2.43	6.36	Morado oscuro	1.68	1.18	2.32	42
ICT-1362	Verde con rojo	9.16	3.73	6.60	2.79	8.12	Morado oscuro	2.02	1.66	3.40	42
ICT-1414	Rojo	10.36	4.31	7.64	2.88	8.72	Morado oscuro	2.79	2.34	3.40	46
ICT-1506	Verde	6.94	2.10	5.20	2.93	6.06	Morado oscuro	1.86	1.19	2.63	39
ICT-1561	Rojo	7.32	2.41	4.78	2.70	5.23	Morado oscuro	1.91	1.49	1.80	46
ICT-1594	Rojo	8.07	2.76	5.29	1.80	7.76	Morado oscuro	1.81	1.60	2.26	41
ICT-2142	Rojo	8.64	3.02	5.51	2.06	5.92	Morado oscuro	1.81	1.73	2.54	43
ICT-2151	Rojo	7.82	2.66	6.73	1.74	6.29	Morado oscuro	1.86	1.46	2.09	49
ICT-2162	Rojo	7.64	3.01	5.86	2.03	6.38	Morado oscuro	1.71	1.60	2.07	46

Color de pedúnculo = verde; verde con rojo, rojo.  
 Long. de sépalo en mm  
 Ancho de sépalo en mm  
 Long. de pétalo en mm  
 Ancho de pétalo en mm

Long. de estaminoides en mm  
 Color de estaminoides = morado claro; morado oscuro  
 Long. de Ovario en mm.  
 Ancho de ovario en mm  
 Long. de estilo en mm

**Cuadro N° 07. Evaluación de 42 clones de cacao: características cuantitativas y fenotípicas de la flor expresada en mm.**

Genotipo	Color de pedúnculo	Longitud del Sépalo	Ancho del Sépalo	Longitud del Pétalo	Ancho del Pétalo	Longitud de Estaminoides	Color de Estaminoides	Longitud del Ovario	Ancho del Ovario	Longitud del Estilo	N° de ovulos/ovario
ICT-2161	Rojo	8,01	3,09	5,86	2,08	6,24	Morado oscuro	3,10	1,49	2,29	49
ICT-2162	Rojo	7,69	2,39	6,15	1,94	6,06	Morado oscuro	2,08	1,49	2,15	48
ICT-2163	Rojo	7,73	3,72	7,19	2,53	7,64	Morado oscuro	1,60	1,26	1,94	49
ICT-2165	Rojo	8,33	2,48	6,59	2,35	7,23	Morado oscuro	1,87	1,45	2,52	47
ICT-2171	Rojo	8,26	2,59	5,35	2,76	6,65	Morado oscuro	1,74	1,60	2,04	47
ICT-2172	Rojo	10,47	2,81	7,70	2,85	7,65	Morado oscuro	2,03	1,72	2,56	48
ICT-2173	Rojo	10,17	3,84	7,32	2,30	7,80	Morado oscuro	2,65	2,52	2,72	49
ICT-2174	Verde	7,82	2,59	5,34	2,56	6,88	Morado oscuro	1,64	1,34	1,98	50
ICT-2175	Rojo	9,27	4,63	7,30	2,15	6,77	Morado oscuro	2,40	2,61	2,25	47
ICT-2315	Rojo	8,89	3,86	7,79	2,46	8,24	Morado oscuro	2,61	2,18	2,41	50
ICT-2492	Rojo	7,18	2,67	6,45	2,06	7,23	Morado oscuro	1,92	1,38	2,42	39
ICT-2501	Rojo	8,84	2,91	6,39	2,24	5,83	Morado oscuro	2,38	1,86	1,91	50
ICT-2504	Rojo	7,38	2,21	5,04	2,03	7,76	Morado oscuro	1,80	1,53	1,97	42
ICT-2652	Rojo	9,20	4,16	7,67	2,19	8,14	Morado oscuro	3,06	2,31	3,08	46
ICT-2653	Rojo	8,23	2,71	6,59	2,37	7,23	Morado oscuro	2,02	1,62	2,55	45
ICT-2694	Rojo	7,19	2,77	5,86	2,34	6,48	Morado oscuro	1,70	1,48	1,99	44
ICT-2705	Rojo	9,13	2,71	5,18	2,46	7,48	Morado oscuro	2,14	1,63	2,41	46
ICT-2821	Rojo	8,88	3,13	6,73	2,35	6,46	Morado oscuro	2,77	1,00	2,34	40
ICT-2823	Verde con rojo	7,26	3,18	5,54	2,32	6,77	Morado oscuro	1,89	1,80	2,71	41
ICT-2824	Rojo	7,15	2,66	4,99	2,37	6,09	Morado oscuro	1,82	1,66	2,67	41
ICT-2825	Rojo	6,27	2,35	4,61	3,37	5,82	Morado oscuro	1,63	1,41	1,77	51
<b>Promedio</b>		<b>8,11</b>	<b>2,96</b>	<b>6,08</b>	<b>2,71</b>	<b>6,82</b>		<b>2,05</b>	<b>1,62</b>	<b>2,33</b>	<b>45,68</b>
<b>Máximo</b>		<b>10,47</b>	<b>4,63</b>	<b>7,79</b>	<b>4,56</b>	<b>8,72</b>		<b>3,10</b>	<b>2,61</b>	<b>3,40</b>	<b>52</b>
<b>Mínimo</b>		<b>5,86</b>	<b>2,10</b>	<b>4,38</b>	<b>1,74</b>	<b>4,86</b>		<b>1,52</b>	<b>1,00</b>	<b>1,77</b>	<b>39</b>
<b>Desv. Stand.</b>		<b>1,00</b>	<b>0,68</b>	<b>0,92</b>	<b>0,75</b>	<b>0,88</b>		<b>0,40</b>	<b>0,40</b>	<b>0,38</b>	<b>3,69</b>
<b>C.V. (%)</b>		<b>12,37</b>	<b>23,06</b>	<b>15,09</b>	<b>27,52</b>	<b>12,89</b>		<b>19,46</b>	<b>24,75</b>	<b>16,32</b>	<b>8,07</b>

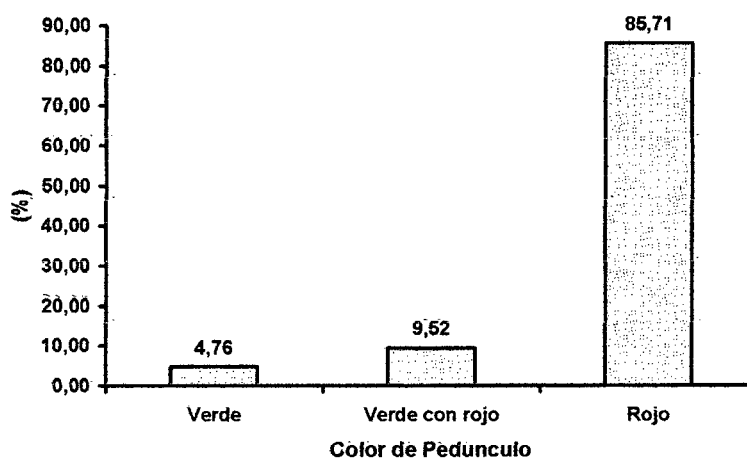
En el número de óvulos por ovario no existió variación entre clones, donde el mayor número de clones se ubican en el rango de 45 – 51, con (59.52%), seguida de óvulos menores a 45 , con (33.33%) y de menor porcentaje obtuvo fueron los mayores de 51 óvulos con un porcentaje de (7.14%); en los parámetros cualitativos, el descriptor de color de pedúnculo, el color rojo con (85.71%), fue la que mayor porcentaje obtuvo, seguida de verde con rojo (9.52%), y verde con tan solo (4.76%), con relación al color de estaminoides todos los clones evaluados presentaron un color morado oscuro.

**Cuadro N° 08.** *Distribución de frecuencias de las características cuantitativas y cualitativas de la flor*

<b>Variables</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Categoría</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Cuantitativas</b>	<b>Long. de sépalo (mm)</b>	5,86 - 7,39	26,19
		7,40 - 8,93	54,76
		8,94 - 10,47	19,05
	<b>Ancho de sépalo (mm)</b>	2,10 - 2,94	64,29
		2,95 - 3,78	16,67
		3,79 - 4,63	19,05
	<b>Long. de pétalo (mm)</b>	4,38 - 5,51	33,33
		5,52 - 6,65	40,48
		6,66 - 7,79	26,19
	<b>Ancho de pétalo (mm)</b>	1,87 - 2,67	57,14
		2,68 - 3,48	23,81
		3,49 - 4,29	19,05
	<b>Long. de estaminoides (mm)</b>	4,86 - 6,14	26,19
		6,15 - 7,43	45,24
		7,44 - 8,72	28,57
	<b>Long. de ovario (mm)</b>	1,52 - 2,04	61,90
		2,05 - 2,57	23,81
		2,58 - 3,10	14,29
	<b>Ancho. de ovario (mm)</b>	1,00 - 1,53	52,38
		1,54 - 2,07	30,95
		2,08 - 2,61	16,67
<b>Cualitativas</b>	<b>Long. de estilo (mm)</b>	1,77- 2,31	52,38
		2,32 - 2,86	40,48
		2,87 - 3,40	7,14
	<b>N° de óvulos/ovario</b>	< 45	33,33
		45 - 51	59,52
		> 51	7,14
	<b>Color de pedunculo</b>	Verde	4,76
		Verde con rojo	9,52
		Rojo	85,71
	<b>Color de estaminoides</b>	Morado claro	0,00
		Morado oscuro	100,00

### 5.3.1 Color de pedúnculo

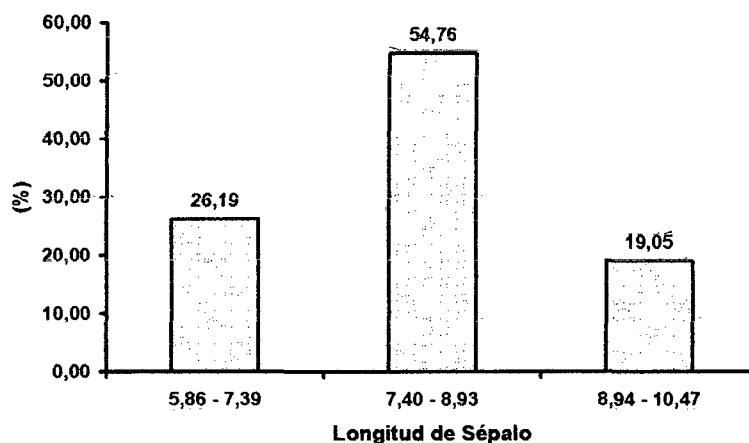
La mayoría de los genotipos presentaron color rojo (85.75%), seguido del color verde con rojo con (9.52%), el menor porcentaje fue el color verde con (4.76%), tal como se muestra en el siguiente grafico.



**Gráfico N° 06.** *Distribución de frecuencias del color de pedúnculo de la flor de 42 clones de cacao.*

### 5.3.2 Longitud de sépalo

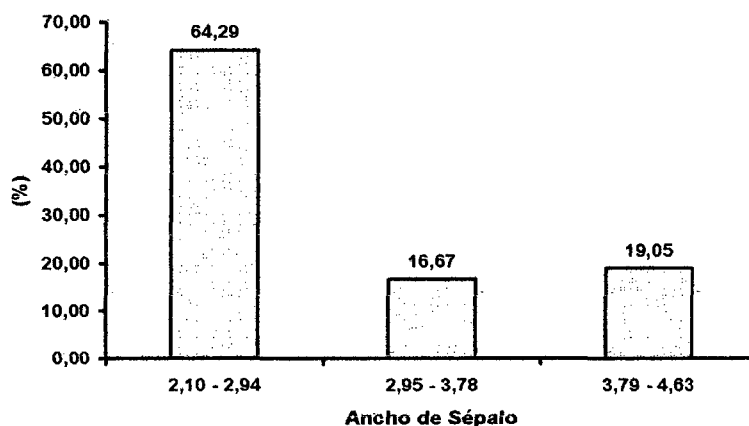
Para este parámetro se observa que el genotipo (ICT-2172), fue el que mayor longitud presento con 10.47 mm, y el de menor longitud fue el genotipo (ICT-1187), con 5.86 mm; donde la mayoría de los genotipos con (54.76%), se encuentran en la clase dos de la distribución de frecuencias, cuyos rangos están entres los 7.40 mm a 8.93 mm.



**Gráfico N° 07.** Distribución de frecuencias de la longitud de sépalo de 42 clones de cacao

### 5.3.3 Ancho de sépalo

En relación a este parámetro el genotipo (ICT-2175), con 4.63 mm fue el que mayor ancho presento, el genotipo (ICT-1506), fue el que menor ancho presento con 2.10 mm; la mayoría de los genotipos se encuentran en la clase uno del rango de frecuencias con (64.29%).

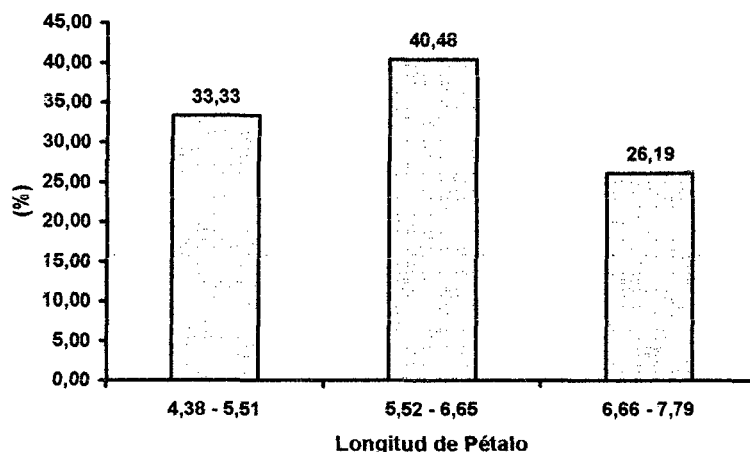


**Gráfico N° 08.** Distribución de frecuencias del ancho de sépalo de 42 clones de cacao

### 5.3.4 Longitud de pétalo

El genotipo que mayor longitud presento fue el (ICT-2315), con 7.79 mm, y el de menor longitud con 4.38 mm fue el genotipo (ICT-11.87), donde la

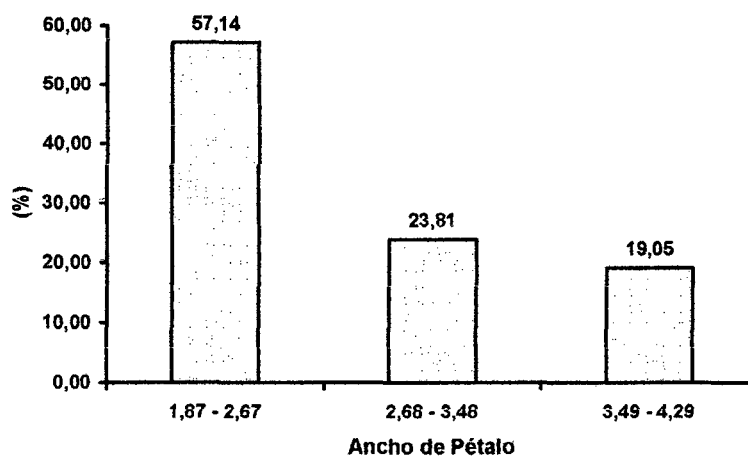
mayoría de los genotipos estuvieron ubicadas en la clase dos del rango de frecuencia con (40.48%)



**Gráfico N° 09.** *Distribución de frecuencias de la longitud de pétalo de 42 clones de cacao*

### 5.3.5 Ancho de pétalo

El genotipo (ICT-2175), fue el que mayor longitud presento, con una media mayor de 4.29 mm. y el genotipo (ICT-2504), fue el de menor longitud con 1.87 mm; la clase dos del rango de frecuencia fue la que mayor porcentaje presento con (57.14%), quienes estuvieron entre los niveles de 1.87 mm a 2.67 mm.

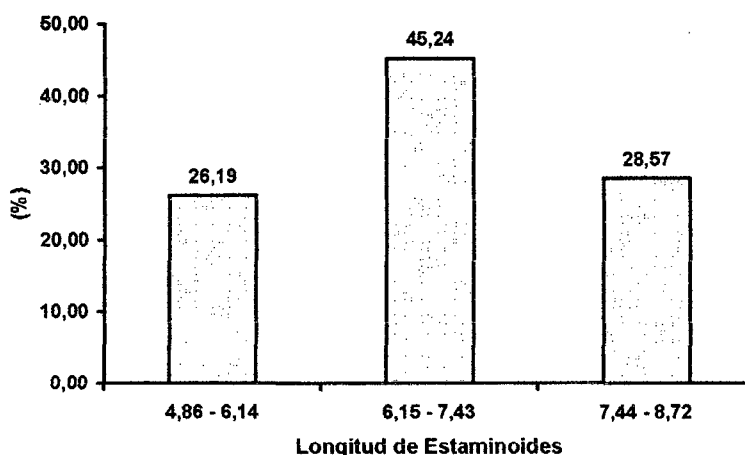


**Gráfico N° 10** *Distribución de frecuencias del ancho de pétalo de 42 clones de cacao*



### 5.3.6 Longitud de estaminoides

El genotipo de mayor longitud es el (ICT-1414), con una media mayor de 8.72 mm. y el genotipo que obtuvo menor longitud fue el (ICT-1187), con 4.86 mm; la distribución de frecuencias para esta variable fue en la clase dos, agrupando el 45.25% de los 42 genotipos estudiados, cuyos rangos están entre 6.15 mm y 7.43 mm.



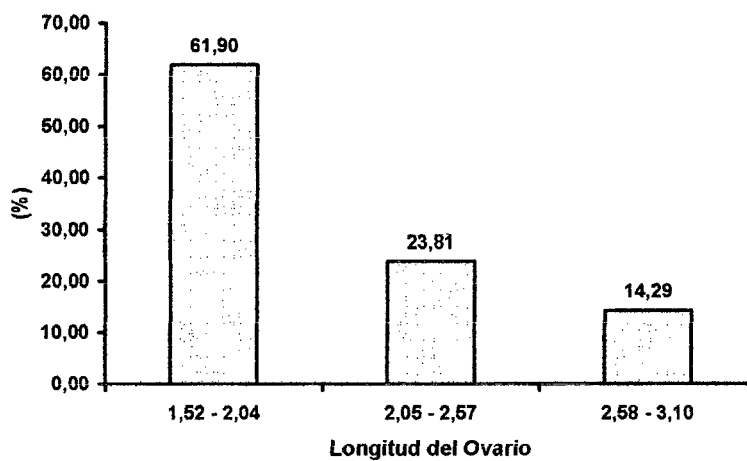
**Gráfico N° 11.** *Distribución de frecuencias de longitud de estaminoides de 42 clones de cacao.*

### 5.3.7 Color de estaminoides

En cuanto al color de estaminoides, se observa que todos los clones presentaron un color morado oscuro.

### 5.3.8 Longitud de ovario

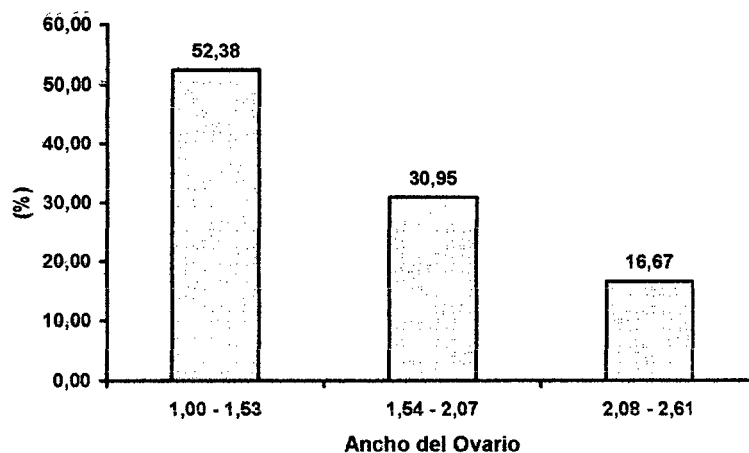
Se registro una variación que va desde 1.52 mm (ICT-1176), hasta 3.10 mm (ICT-2161), y donde la mayoría de los clones evaluados (61.90%), se encuentran en la clase uno de la distribución de frecuencia cuyo rango va de 1.52 a 2.04 mm



**Gráfico N° 12.** *Distribución de frecuencias de la longitud de ovario de 42 clones de cacao.*

### 5.3.9 Ancho de ovario

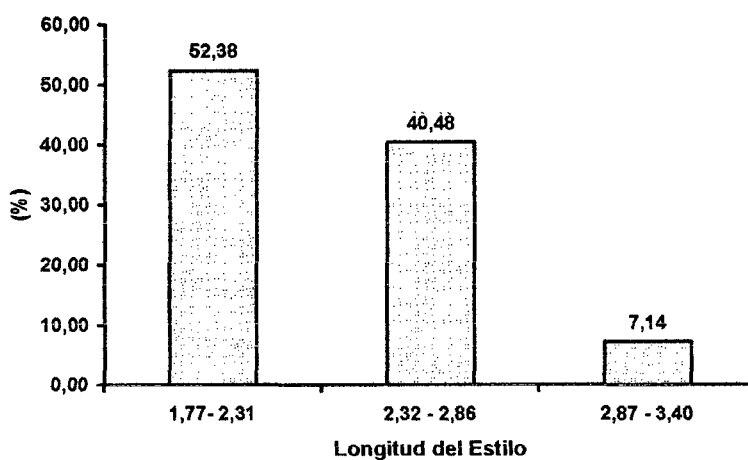
Se observa que el clon que obtuvo menor ancho fue el (ICT-2821) con 1.00 mm, mientras que el clon (ICT-2175), con 2.61 mm fue quien obtuvo el mayor ancho, estando en la clase uno de la distribución de frecuencia la mayoría de los clones evaluados con (52.38%), cuyo rango esta entre 1.00 a 1.53 mm.



**Gráfico N° 13.** *Distribución de frecuencias del ancho de ovario de 42 clones de cacao.*

### 5.3.10 Longitud de Estilo

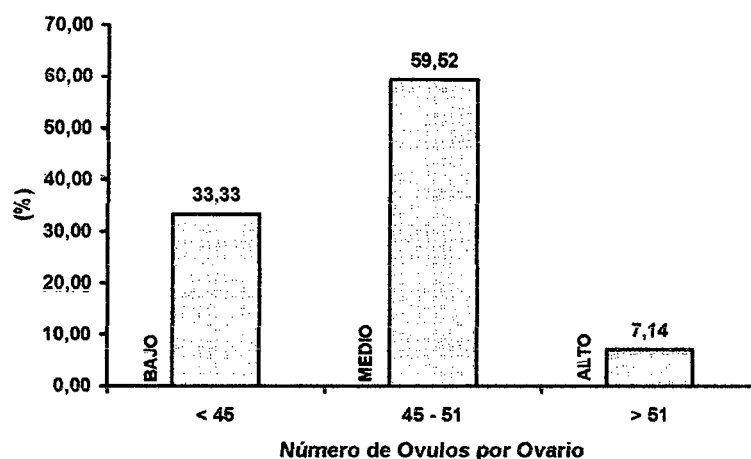
Para el caso de este parámetro, se observa que el clon (ICT-2825), fue quien obtuvo la menor longitud, y los clones (ICT-1382) y (ICT1414), fueron quienes obtuvieron mayores longitudes, y cuya distribución de la frecuencia se encontraron en la clase uno, cuyo rango es de 1.77 a 2.31 mm con (52.38%).



**Gráfico N° 14.** *Distribución de frecuencias de la forma longitud de estilo de 42 clones de cacao.*

### 5.3.11 Número de óvulos/ovario

La cantidad de óvulos por ovario registro una variación que va desde 39 óvulos (ICT-1189), (ICT-1506) y (ICT-2492), hasta los 52 óvulos (ICT-1092) y (ICT-1112), la distribución de la frecuencia se realizó de acuerdo a (Caicedo, 1990), donde la mayoría de los clones se encuentran en un rango de 45 a 51 óvulos por ovario el cual es considerado como medio, y cuya distribución de la frecuencia se encuentra en la clase dos con (59.52%).



**Gráfico N° 15.** *Distribución de frecuencias del número de óvulos por ovario de 42 clones de cacao.*

#### 5.4. Características cuantitativas y cualitativas del fruto

Los resultados alcanzados para la evaluación de seis variables cuantitativas del fruto (peso, longitud, diámetro, espesor de la cascara, profundidad del surco y relación largo/ancho), se muestran el cuadro N° 10, donde también se incluye el promedio, los valores máximos y mínimos, desviación estándar y el coeficiente de variación para cada variable. Cuadro N° 09 se detalla cada uno de estos caracteres.

**Cuadro N° 09** *Distribución de frecuencias de las características cuantitativas del fruto*

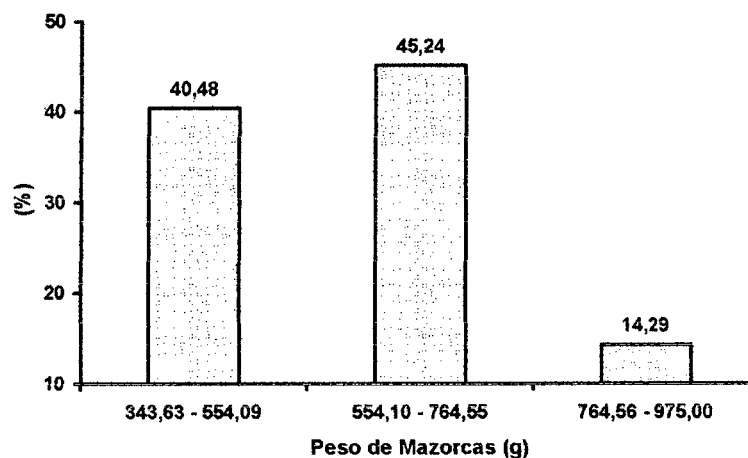
Variables	Descriptor	Categoría	Porcentaje (%)
Cuantitativas	Peso (g)	343,63 - 554,09	40,48
		554,10 - 764,55	45,24
		764,56 - 975,00	14,29
	Longitud (cm)	13,52 - 17,25	23,81
		17,26 - 21,18	66,67
		21,19 - 25,02	9,52
	Diámetro (cm)	7,59 - 8,52	38,10
		8,53 - 9,45	50,00
		9,46 - 10,37	11,90
	Espesor (cm)	< 1,20	9,52
		1,21 - 1,60	76,19
		> 1,60	14,29
	Profundidad de surco(cm)	0,12 - 0,32	19,05
		0,33 - 0,53	38,10
		0,54 - 0,73	42,86

**Cuadro N° 10. Evaluación de 42 genotipos de cacao: características cuantitativas del fruto**

Genotipo	Cantidad de frutos evaluados	Peso (g)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Espesor (cm)	Profundidad de surco (cm)
ICT-1026	17	684.35	19.64	8.70	1.29	0.41
ICT-1043	2	461.50	15.10	7.85	1.56	0.55
ICT-1087	10	691.80	18.67	9.14	1.57	0.39
ICT-1092	46	619.46	17.46	8.95	1.59	0.65
ICT-1104	26	607.31	17.90	8.71	1.53	0.58
ICT-1112	17	705.29	20.28	8.70	1.34	0.24
ICT-1176	5	428.00	18.67	8.63	1.26	0.62
ICT-1182	4	507.25	18.98	8.35	1.60	0.72
ICT-1187	16	343.63	13.52	7.59	1.17	0.32
ICT-1189	37	407.16	14.32	7.94	1.00	0.25
ICT-1251	12	595.75	19.90	8.55	1.55	0.71
ICT-1281	29	717.41	18.78	9.35	1.62	0.73
ICT-1292	23	444.91	15.41	7.95	1.32	0.37
ICT-1382	43	405.79	15.87	7.98	1.44	0.70
ICT-1414	8	870.75	19.31	9.61	1.52	0.35
ICT-1506	9	516.89	16.70	8.74	1.32	0.60
ICT-1561	8	428.13	15.63	8.31	1.49	0.71
ICT-1594	12	690.67	20.60	8.93	1.51	0.65
ICT-2142	51	656.43	21.81	8.71	1.37	0.41
ICT-2151	3	881.00	23.23	10.37	1.53	0.61
ICT-2152	12	975.00	21.38	10.27	1.70	0.55
ICT-2161	9	839.33	19.40	9.63	1.42	0.38
ICT-2162	1	497.00	18.40	8.10	1.80	0.57
ICT-2163	19	589.68	18.42	8.35	1.33	0.28
ICT-2165	33	566.45	18.91	8.38	1.35	0.39
ICT-2171	39	658.95	19.64	8.91	1.30	0.34
ICT-2172	11	612.73	18.33	8.90	1.52	0.55
ICT-2173	18	489.33	17.21	7.99	1.41	0.44
ICT-2174	16	574.56	16.38	9.01	1.37	0.31
ICT-2175	36	640.58	18.49	8.87	1.43	0.34
ICT-2315	48	665.56	18.56	8.94	1.34	0.39
ICT-2492	15	961.60	21.11	9.94	1.66	0.50
ICT-2501	1	540.00	20.50	7.90	1.26	0.47
ICT-2504	4	526.25	14.95	9.05	1.17	0.25
ICT-2652	11	908.27	25.02	9.83	1.71	0.62
ICT-2653	25	662.72	18.10	9.21	1.45	0.56
ICT-2694	1	612.00	20.30	9.20	1.59	0.32
ICT-2705	4	545.75	18.97	7.63	1.34	0.41
ICT-2821	3	399.67	15.63	7.87	0.90	0.12
ICT-2823	25	550.80	18.40	8.28	1.24	0.38
ICT-2824	31	626.39	17.84	8.69	1.63	0.57
ICT-2825	15	525.73	18.08	8.24	1.45	0.52
Media		610.28	18.47	8.72	1.43	0.47
Mínimo		343.63	13.52	7.59	0.90	0.12
Máximo		975.00	25.02	10.37	1.80	0.73
Desv. Stand.		154.72	2.34	0.68	0.18	0.16
C.V. (%)		25.35	12.64	7.85	12.94	33.02

#### 5.4.1 Peso de fruto

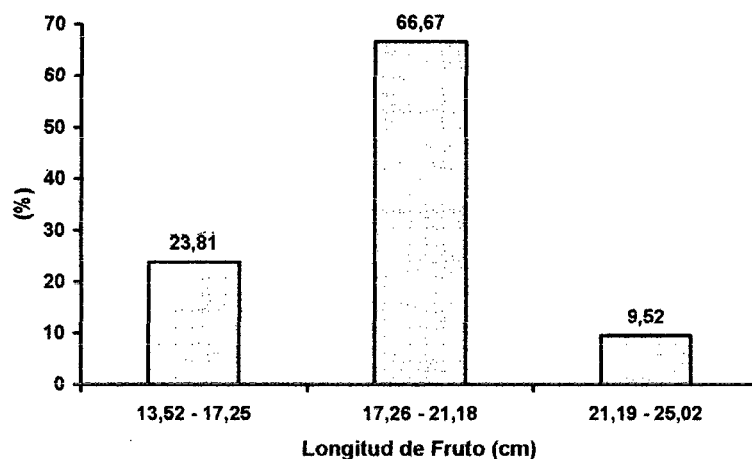
Este parámetro varió entre 343.63 g (ICT-1187) y 975.00 g (ICT-2152) y presentó un promedio general de 610.28. La distribución de frecuencias para esta variable indica que casi la mitad de los genotipos (45.24%) se encuentran en la clase dos, cuyos valores están entre 554.10 g y 764.55 g.



**Gráfico N° 16.** *Distribución de frecuencias del peso total del fruto de 42 clones de cacao.*

#### 5.4.2 Longitud de fruto

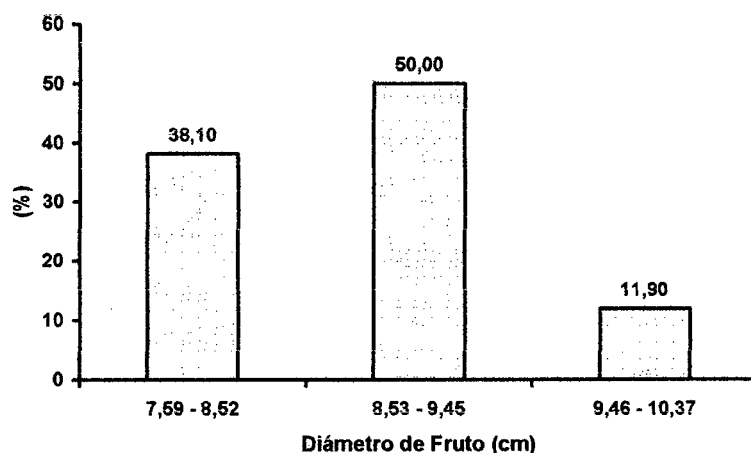
La longitud del fruto varió entre 25.02 cm (ICT-2652) y 13.52 cm (ICT-1187), con un promedio de 18.47 cm.. Para esta variable la distribución de la frecuencia evidenció que de los 42 clones evaluados, la mayoría (66.67%) está representado por la clase dos que registró valores que oscilan entre 17.26 cm y 21.18 cm.



**Gráfico N° 17.** *Distribución de frecuencias de la longitud de fruto de 42 clones de cacao*

### 5.4.3 Diámetro de fruto

Este carácter registró datos entre 7.59 cm (ICT-1187) y 10.37 cm (ICT-2151) y presentó un promedio de 8.72cm. La distribución de frecuencias para el diámetro indica que el (50,00%) de los individuos pertenecen a la clase dos, cuyos rangos son 8.53 a 9,45 cm, seguido por un (38.10%) del total de los individuos presentes en la clase uno cuyos rangos van entre 7.59 a 8.52 cm.



**Gráfico N° 18.** *Distribución de frecuencias del diámetro de fruto de 42 clones de cacao.*

#### 5.4.4 Espesor de la cascara

Este parámetro varió entre 0.90 cm para los genotipos (ICT-2821) a 1,80 cm (ICT-2162) y registró un promedio de 1,43 cm. La clase más abundante para esta variable fue la dos que presentó rangos entre 1,21 cm a 1,60 cm donde se encontraron el (76.19%) de los clones evaluados seguidos por el (14.29%), mayores de 1.61 cm.

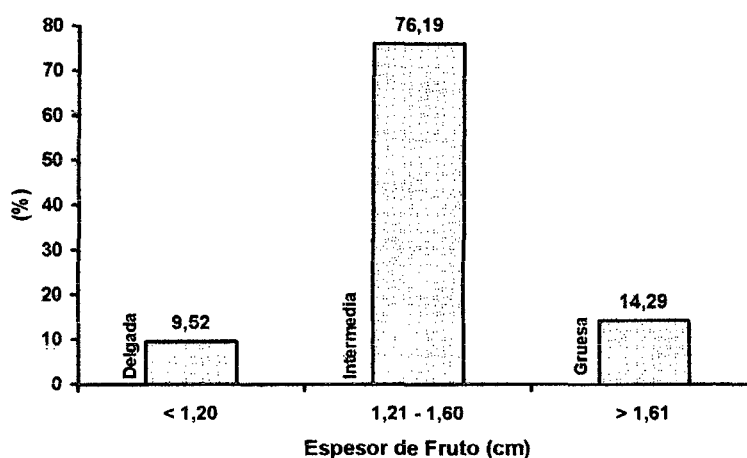
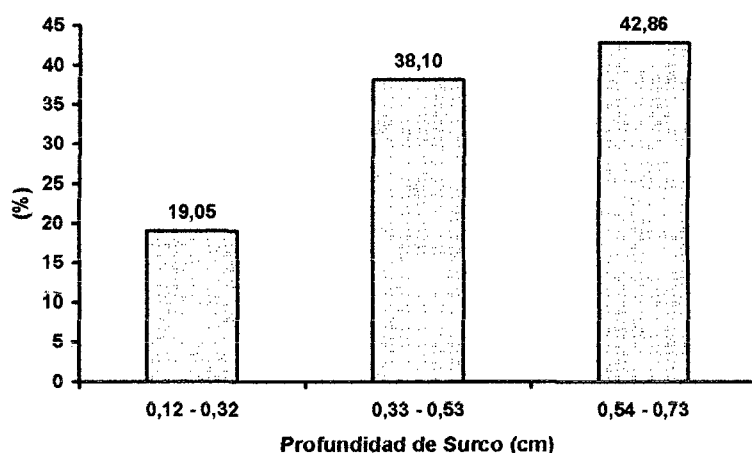


Gráfico N° 19. Distribución de frecuencias del espesor de fruto de 42 clones de cacao.

#### 5.4.5 Profundidad de surco

Se encontró que el valor promedio para este carácter fue de 0.47 cm. Se registraron valores extremos que oscilaron entre 0.13 cm (ICT-2821) a 0,73 cm para los genotipos (ICT-1281). La distribución de frecuencias para este parámetro, muestra que la mayoría de los genotipos (42.86%), pertenecen a la clase tres, registrando valores que están entre 0.52 cm a 0.73 cm.





**Grafico N° 20.** *Distribución de frecuencias de la profundidad de surco de fruto de 42 clones de cacao.*

En el cuadro N° 12, se muestran las siete variables cualitativas del fruto (tipo de fruto, forma de fruto, forma de ápice, constricción basal, rugosidad del mesocarpio, color de fruto), mientras que en el cuadro N° 11, se detalla la distribución de frecuencias para cada carácter cualitativa del fruto.

**Cuadro N° 11.** *Distribución de frecuencias de las características cualitativas del fruto*

Variables	Descriptor	Categoría	Porcentaje (%)
Cualitativas	Forma de fruto	Redondeada	0,00
		Ovalada	100,00
		Alargada	0,00
	Tamaño de fruto	Pequeño	19,05
		Mediano	59,52
		Grande	21,43
	Tipo de fruto	Amelónado	14,29
		Cundeamor	9,52
		Angoleta	69,05
		Criollo	7,14
	Forma de ápice	Aguda	76,19
		Redondo	2,38
		Atenuado	4,76
		Pezón	16,67
	Constricción basal	No	38,10
		Leve	45,24
		Intermedia	14,29
		Fuerte	2,38
	Rugosidad	Ausente	2,38
		Leve	33,33
		Intermedio	52,38
		Intenso	11,90
	Color	Rojo	2,38
		Amarillo	59,52
		Purpura	2,38
		Otros	35,71

En cuanto a la forma de fruto el 100.00% de los clones estudiados presentaron forma ovalada, el 59.52% de 42 clones presentaron tamaño de fruto mediano, el 21.43% presentaron tamaño grande y el 19.05% presentaron tamaño pequeño.

Se observó según el tipo de fruto el 69.05% resultaron ser de tipo angoleta, el 14.29% de tipo amelonado, el 9.52% de tipo cundeamor y 7.14% de tipo criollo.

En lo que se refiere a la forma de ápice del fruto, se observa que el 76.19% de los 42 clones estudiados presentaron una forma de ápice aguda, el 16.67% presentaron forma de pezón, el 4.76% presentó forma atenuada y solo el 2.38% presentó forma redonda.

También se puede observar que el 45.24% de todos los clones evaluados presentaron una constricción basal leve, seguida del 38.10% quienes no lo presentaron, el 14.29% que presentaron constricción basal intermedia y 2.38% presentaron constricción basal fuerte.

En cuanto a la rugosidad de mesocarpio se observa que el 52.38% presentaron rugosidad intermedia, seguida de un 33.33% quienes presentaron rugosidad leve, un 11.90% presentaron rugosidad fuerte y tan solo el 2.38% no lo presentaron.

Con respecto al color de fruto se observa que la mayoría de los clones estudiados presentaron un color amarillo con 59.52%, los colores rojo y púrpura estuvieron representados con un 2.38%, y el resto de clones presentaron otros colores que se detalla en el cuadro N° 12, el cual fueron combinaciones de los colores antes mencionados.

## 5.6 Características cuantitativas y cualitativas de la Semilla

Los resultados obtenidos para la evaluación de las variables cualitativas y cuantitativas de la semilla (forma de semilla en sección transversal, forma de semilla en sección longitudinal, color de cotiledón, número de semillas por fruto, peso húmedo, longitud y diámetro) se registran en el Cuadro N° 14, donde también se incluye el promedio, los valores máximos y mínimos, la desviación estándar y el coeficiente de variación para cada variable.

Mientras que en el cuadro N° 13, se detalla la distribución de frecuencias para cada carácter cualitativos y cuantitativos del fruto.

**Cuadro N° 13.** *Distribución de frecuencias de las características cualitativas y cuantitativas de la semilla*

Variables	Descriptor	Categoría	Porcentaje (%)
Cualitativas	Forma semilla en sección transversal	Aplanada	7,14
		Intermedia	90,48
		Redondeada	2,38
	Forma semilla en sección longitudinal	Oblonga	90,48
		Elíptica	0,00
		Ovada	9,52
	Color de cotiledon	Medio morado	100,00
Cuantitativas	N° de semillas/fruto	13 - 24	7,14
		25 - 36	38,10
		37 - 47	54,76
	Peso de semilla húmedo	64,00 - 117,31	35,71
		117,32 - 170,62	42,86
		170,63 - 223,93	21,43
	Longitud (cm)	2,00 - 2,37	14,29
		2,38 - 2,74	64,29
		2,75 - 3,11	21,43
	Diámetro (cm)	1,12 - 1,47	83,33
		1,48 - 1,83	14,29
		1,84 - 2,19	2,38

Cuadro N° 12. Evaluación de 42 clones de cacao: características cualitativas del fruto

Genotipo	Forma de mazorca	Tamaño del fruto	Tipo de mazorca	Forma de ápice	Costricción basal	Rugosidad del mesocarpio	Color
ICT-1026	Ovalada	Mediano	Angoleta	Aguda	no	Intermedia	OR
ICT-1043	Ovalada	Pequeño	Angoleta	Aguda	Leve	Leve	R
ICT-1087	Ovalada	Mediano	Angoleta	Aguda	no	Leve	RK
ICT-1092	Ovalada	Mediano	Angoleta	Aguda	Leve	Intenso	Y
ICT-1104	Ovalada	Mediano	Angoleta	Aguda	Leve	Intermedia	Y
ICT-1112	Ovalada	Grande	Angoleta	Aguda	Leve	Intermedia	OR
ICT-1176	Ovalada	Mediano	Angoleta	Pezón	Leve	Intenso	R+Y
ICT-1182	Ovalada	Mediano	Angoleta	Aguda	no	Intermedia	Y
ICT-1187	Ovalada	Pequeño	Amelonado	Aguda	no	Leve	Y+O
ICT-1189	Ovalada	Pequeño	Amelonado	Aguda	no	Leve	OR
ICT-1251	Ovalada	Mediano	Criollo	Pezón	no	Intenso	Y
ICT-1281	Ovalada	Mediano	Angoleta	Aguda	no	Intenso	OR+Y
ICT-1292	Ovalada	Pequeño	Angoleta	Aguda	Leve	Intermedia	Y
ICT-1382	Ovalada	Pequeño	Angoleta	Aguda	Leve	Intenso	Y
ICT-1414	Ovalada	Mediano	Angoleta	Aguda	no	Leve	Y
ICT-1506	Ovalada	Mediano	Amelonado	Aguda	no	Intermedia	Y
ICT-1561	Ovalada	Pequeño	Angoleta	Aguda	no	Intermedia	Y
ICT-1594	Ovalada	Grande	Cundeamor	Aguda	Leve	Intermedia	Y
ICT-2142	Ovalada	Grande	Criollo	Pezón	Leve	Intermedia	OR+Y
ICT-2151	Ovalada	Grande	Angoleta	Aguda	Fuerte	Intermedia	OR
ICT-2152	Ovalada	Grande	Angoleta	Aguda	Leve	Intermedia	Y
ICT-2161	Ovalada	Mediano	Angoleta	Aguda	no	Leve	R + Y
ICT-2162	Ovalada	Mediano	Criollo	Aguda	Intermedia	Leve	Y
ICT-2163	Ovalada	Mediano	Angoleta	Aguda	no	Leve	Y
ICT-2165	Ovalada	Mediano	Angoleta	Aguda	Intermedia	Intermedia	OR
ICT-2171	Ovalada	Mediano	Angoleta	Pezón	no	Intermedia	Y

Cuadro N° 12. Evaluación de 42 clones de cacao: características cualitativas del fruto

Genotipo	Forma de mazorca	Tamaño del fruto	Tipo de mazorca	Forma de ápice	Costricción basal	Rugosidad del mesocarpo	Color
ICT-2172	Ovalada	Mediano	Angoleta	Aguda	Leve	Leve	Y
ICT-2173	Ovalada	Mediano	Angoleta	Pezón	Leve	Intermedia	Y
ICT-2174	Ovalada	Mediano	Amelonado	Aguda	Leve	Leve	Y
ICT-2175	Ovalada	Mediano	Angoleta	Pezón	Intermedia	Leve	Y
ICT-2315	Ovalada	Mediano	Angoleta	Aguda	Leve	Intermedia	Y
ICT-2492	Ovalada	Grande	Angoleta	Aguda	Leve	Intermedia	OR+Y
ICT-2501	Ovalada	Grande	Cundeamor	Aguda	Intermedia	Leve	OR
ICT-2504	Ovalada	Pequeño	Amelonado	Redondo	no	Leve	OR
ICT-2652	Ovalada	Grande	Cundeamor	Atenuado	Leve	Intermedia	Y
ICT-2653	Ovalada	Mediano	Angoleta	Aguda	no	Intermedia	Y
ICT-2694	Ovalada	Grande	Angoleta	Aguda	Leve	Intermedia	Y
ICT-2705	Ovalada	Mediano	Cundeamor	Atenuado	Leve	Intermedia	Y
ICT-2821	Ovalada	Pequeño	Amelonado	Obtuso	Intermedia	Ausente	P
ICT-2823	Ovalada	Mediano	Angoleta	Aguda	Leve	Leve	Y
ICT-2824	Ovalada	Mediano	Angoleta	Aguda	no	Intermedia	Y
ICT-2825	Ovalada	Mediano	Angoleta	Aguda	Intermedia	Intermedia	OR

R = Rojo

Y = Amarillo

P = Púrpura

OR = Naranja rojizo

RK = Rojo rosa

R + Y = Rojo con franjas amarillas

Y + O = Amarillo con franjas naranjas

OR + Y = Naranja rojizo con franjas amarillas

**Cuadro N° 14. Evaluación de 42 clones de cacao: características cualitativas y cuantitativas de la semilla**

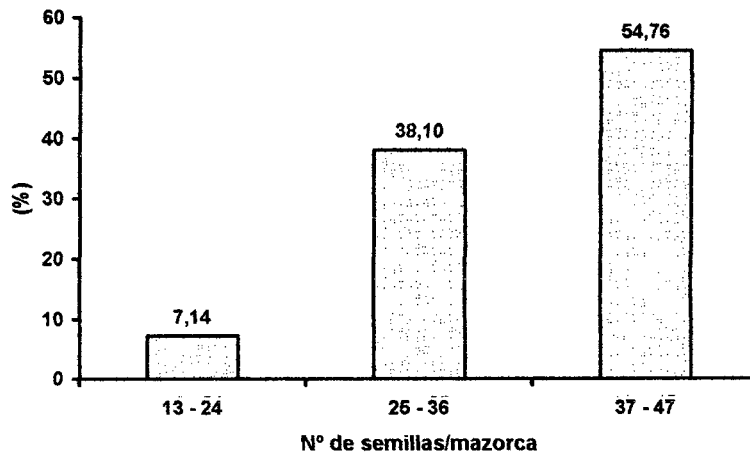
Genotipo	Cualitativas			Cuantitativas			
	Forma de semilla sección Transversal	Forma de semilla sección Longitudinal	Color de cotiledón	N° de semillas/fruto	Peso de semilla húmedo	Longitud (cm)	Diámetro (cm)
ICT-1028	Intermedia	Ovada	Morado claro	43	161.08	2.82	1.53
ICT-1043	Intermedia	Oblonga	Morado claro	28	70.50	2.33	1.17
ICT-1087	Intermedia	Oblonga	Morado claro	28	146.90	2.91	1.38
ICT-1092	Intermedia	Oblonga	Morado claro	30	104.04	2.61	1.30
ICT-1104	Intermedia	Oblonga	Morado claro	32	120.38	2.46	1.24
ICT-1112	Intermedia	Oblonga	Morado claro	44	160.18	2.81	1.42
ICT-1176	Intermedia	Oblonga	Morado claro	36	137.27	2.60	1.37
ICT-1182	Intermedia	Ovada	Morado claro	26	93.75	2.33	1.22
ICT-1187	Intermedia	Oblonga	Morado claro	30	110.63	2.60	1.62
ICT-1189	Intermedia	Oblonga	Morado claro	34	116.24	2.66	1.40
ICT-1251	Intermedia	Oblonga	Morado claro	38	127.50	2.56	1.26
ICT-1261	Intermedia	Oblonga	Morado claro	24	135.21	3.11	1.46
ICT-1292	Intermedia	Oblonga	Morado claro	37	93.98	2.31	1.26
ICT-1352	Redondeada	Oblonga	Morado claro	30	77.68	2.00	1.16
ICT-1414	Intermedia	Oblonga	Morado claro	38	196.75	2.81	1.63
ICT-1506	Aplanada	Ovada	Morado claro	39	136.66	2.43	1.36
ICT-1561	Intermedia	Ovada	Morado claro	22	82.38	2.36	1.34
ICT-1594	Intermedia	Oblonga	Morado claro	34	160.83	2.74	1.36
ICT-2142	Intermedia	Oblonga	Morado claro	43	133.04	2.74	1.24
ICT-2151	Intermedia	Oblonga	Morado claro	47	200.00	2.64	1.24
ICT-2152	Intermedia	Oblonga	Morado claro	43	174.83	2.79	1.46
ICT-2161	Aplanada	Oblonga	Morado claro	46	197.78	2.57	1.12
ICT-2162	Intermedia	Oblonga	Morado claro	13	64.00	2.53	1.40
ICT-2163	Intermedia	Oblonga	Morado claro	40	140.64	2.66	1.39
ICT-2165	Intermedia	Oblonga	Morado claro	43	118.97	2.72	1.39

**Cuadro N° 14. Evaluación de 42 clones de cacao: características cualitativas del fruto**

Genotipo	Cualitativas			Cuantitativas			
	Forma de semilla sección Transversal	Forma de semilla sección Longitudinal	Color de cotiledón	N° de semillas/fruto	Peso de semilla húmedo	Longitud (cm)	Diámetro (cm)
ICT-2171	Intermedia	Oblonga	Morado claro	43	173.15	2.55	1.42
ICT-2172	Intermedia	Oblonga	Morado claro	33	159.36	2.62	1.50
ICT-2173	Intermedia	Oblonga	Morado claro	35	95.44	2.42	1.16
ICT-2174	Intermedia	Oblonga	Morado claro	41	118.81	2.43	1.21
ICT-2175	Intermedia	Oblonga	Morado claro	38	149.58	2.49	1.49
ICT-2315	Intermedia	Oblonga	Morado claro	39	131.13	2.45	1.42
ICT-2492	Intermedia	Oblonga	Morado claro	41	223.93	2.85	1.65
ICT-2501	Intermedia	Oblonga	Morado claro	43	109.00	2.41	1.32
ICT-2504	Intermedia	Oblonga	Morado claro	41	173.75	2.83	1.36
ICT-2662	Intermedia	Oblonga	Morado claro	40	180.00	2.61	1.35
74 ICT-2663	Intermedia	Oblonga	Morado claro	40	180.00	2.61	1.35
ICT-2694	Intermedia	Oblonga	Morado claro	36	112.00	2.65	1.32
ICT-2705	Intermedia	Oblonga	Morado claro	44	141.50	2.62	2.19
ICT-2821	Intermedia	Oblonga	Morado claro	38	143.33	2.83	1.38
ICT-2823	Intermedia	Oblonga	Morado claro	32	103.20	2.50	1.27
ICT-2824	Intermedia	Oblonga	Morado claro	25	98.42	2.42	1.47
ICT-2826	Aplanada	Oblonga	Morado claro	40	101.27	2.33	1.23
Media				36.00	134.41	2.69	1.38
Mínimo				13.00	64.00	2.00	1.12
Máximo				47.00	223.93	3.11	2.19
Desv. Stand.				7.36	37.96	0.20	0.18
C.V. (%)				20.46	28.16	7.90	13.04

### 5.6.1 Número de semilla por fruto

Este parámetro varió entre 13 (ICT-2162) y 47 (ICT-2151), registró un promedio de 36 semillas por fruto para todos los genotipos. La distribución de frecuencias para esta variable indica que la mayoría de los genotipos (54.76%), pertenecen a la clase tres cuyos rangos están entre 37 a 47 semillas por fruto.

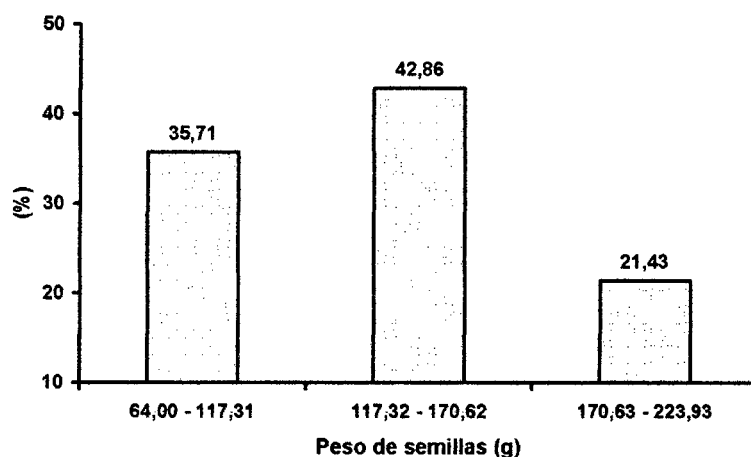


**Gráfico N° 21.** *Distribución de frecuencias del número de semillas por fruto de 42 clones de cacao.*

### 5.6.2 Peso total de semillas húmedas (Peso baba)

Esta variable presentó un promedio de 134.41 g en todos los genotipos evaluados, el cual varió entre 64 g (ICT-2162) y 223.93 g (ICT-2492). La distribución de frecuencia para el peso húmedo esta representada por la clase dos que es la más abundante y donde se encuentra el (42.86%) de los 42 genotipos evaluados, cuyos valores se encuentran entre 117.32 g a 170.62 g del peso húmedo de las semillas por fruto.

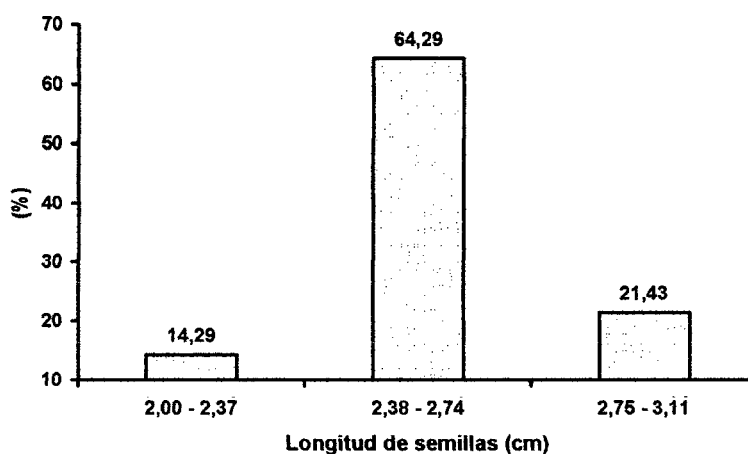




**Gráfico N° 22.** *Distribución de frecuencias del peso húmedo de las semillas de 42 clones de cacao*

### 5.6.3 Longitud de la semilla

La longitud de la semilla mostró una variación de 2,00 cm (ICT-1382) a 3.11 cm (ICT-1281), con un promedio general de 2,59 cm. La distribución de frecuencia, indica que la mayoría de los genotipos (64.29%) se agrupa en la clase dos, cuyos valores están entre 2,38 cm a 2,74 cm



**Gráfico N° 23.** *Distribución de frecuencias de la longitud de la semillas de 42 clones de cacao*

#### 2.6.4 Diámetro de la semilla

El diámetro presentó una variación de 1,12 cm (ICT-2161) a 2,19 cm (ICT-2705), con un promedio de 1,38 cm. La distribución de frecuencia, indica que la mayoría de los genotipos (83,33%) se agrupa en la clase uno, cuyos valores están entre 1,12 cm a 1,47

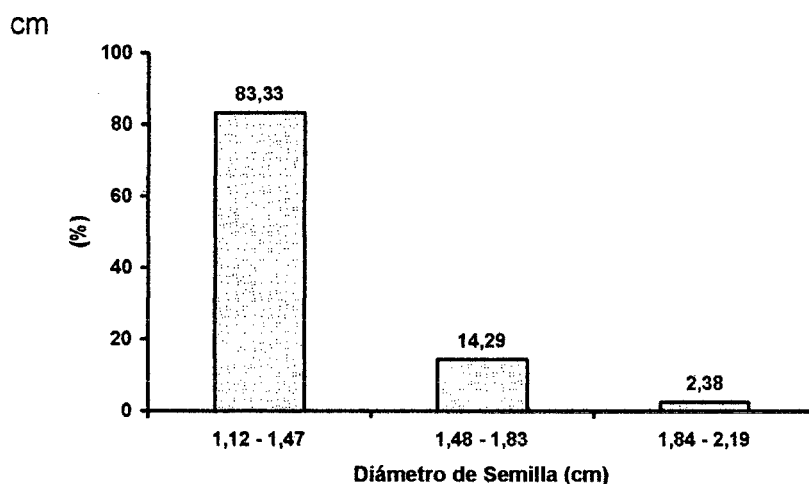


Gráfico N° 24. Distribución de frecuencias del diámetro de la semillas de 42 clones de cacao

#### 5.7. De la productividad

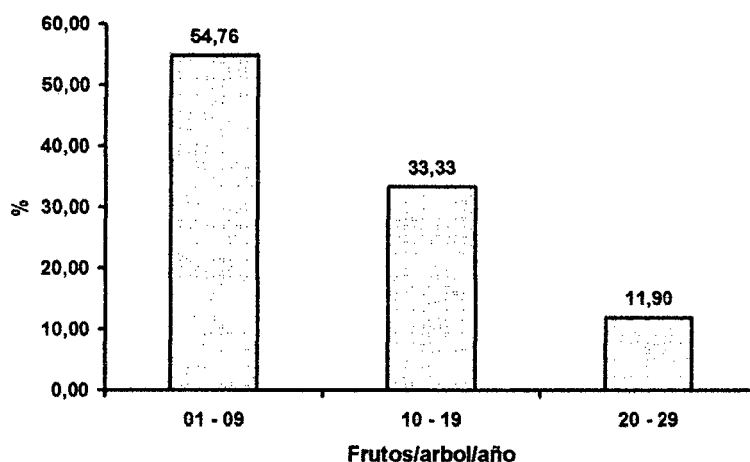
Los genotipos estudiados para los parámetros de producción fueron evaluados usando cuatro variables cuantitativas: frutos por árbol por año, frutos sanos por año, frutos enfermos por año, producción de kg/ha/año. Estas variables se ilustran en el Cuadro N° 15, donde también se incluye el promedio, los valores máximos y mínimos, la desviación estándar y el coeficiente de variación para cada una de estos parámetros.

**Cuadro N° 15. Evaluación de 42 clones de cacao: parámetros de producción (peso fresco), de cacao; 3 años y medio de edad.**

Genotipo	Frutos cosechados					Rendimiento
	Frutos/ árbol/año	Sanos/ árbol/año	Enfermos/ árbol/año	% Sanos	% Enfermos	Peso Fresco kg/ha/año
ICT-1026	7	6	1	86.21	13.79	1847.45
ICT-1043	2	2	0	100.00	0.00	467.43
ICT-1087	5	5	0	100.00	0.00	1153.09
ICT-1092	23	15	8	64.42	35.58	3013.75
ICT-1104	14	9	5	64.71	35.29	1824.70
ICT-1112	13	9	4	70.21	29.79	2348.56
ICT-1176	7	4	3	59.09	40.91	1064.10
ICT-1182	2	2	0	100.00	0.00	397.86
ICT-1187	7	7	1	92.00	8.00	1758.45
ICT-1189	29	18	11	62.93	37.07	3781.59
ICT-1251	7	6	1	81.82	18.18	1278.59
ICT-1281	9	5	4	60.00	40.00	1314.51
ICT-1292	9	7	2	74.29	25.71	1058.96
ICT-1382	18	11	7	62.20	37.80	1531.79
ICT-1414	4	4	0	100.00	0.00	1546.98
ICT-1506	11	6	5	52.27	47.73	883.51
ICT-1561	8	6	2	75.00	25.00	1117.56
ICT-1594	7	5	3	63.64	36.36	1157.45
ICT-2142	28	19	9	68.79	31.21	4257.18
ICT-2151	6	5	1	86.67	13.33	1771.02
ICT-2152	11	7	5	60.00	40.00	1926.58
ICT-2161	9	6	2	73.08	26.92	1858.71
ICT-2162	4	4	0	100.00	0.00	1649.66
ICT-2163	10	9	0	95.35	4.65	2285.27
ICT-2165	11	11	0	100.00	0.00	2220.44
ICT-2171	15	11	4	76.12	23.88	3427.72
ICT-2172	6	5	1	83.33	16.67	1568.98
ICT-2173	9	7	2	80.00	20.00	1430.70
ICT-2174	10	8	2	77.14	22.86	1501.73
ICT-2175	13	10	3	73.85	26.15	2316.46
ICT-2315	21	14	7	66.27	33.73	3474.03
ICT-2492	8	7	0	97.37	2.63	2383.48
ICT-2501	4	2	2	50.00	50.00	431.75
ICT-2504	3	3	1	80.00	20.00	661.24
ICT-2652	11	10	1	89.29	10.71	2505.83
ICT-2653	18	12	6	67.12	32.88	3834.10
ICT-2694	1	1	0	100.00	0.00	216.71
ICT-2705	2	2	0	100.00	0.00	515.10
ICT-2821	3	3	1	80.00	20.00	727.92
ICT-2823	14	8	6	55.56	44.44	1448.44
ICT-2824	22	16	6	73.74	26.26	3101.73
ICT-2825	11	8	2	78.38	21.62	1687.48
Media	10.31	7.52	2.79	78.11	21.89	1779.73
Mínimo	1.00	1.00	0.00	50.00	0.00	216.71
Máximo	29.00	19.40	10.75	100.00	50.00	4257.18
Desv.Stand.	6.83	4.39	2.78	15.27	15.27	1000.91
C.V. (%)	66.18	58.42	99.66	19.54	69.76	56.24

### 5.7.1 Frutos por árbol por año

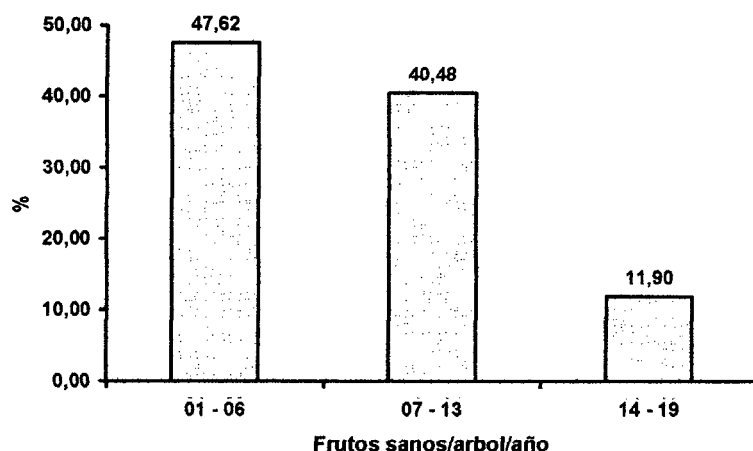
El total de frutos cosechados por árbol por año varió entre 29 (ICT-1189) y 1 (ICT-2694), con un promedio de 10 frutos. La distribución de frecuencias para esta variable mostró que de los 42 genotipos evaluados, la mayoría (54.76%) está representado por la clase uno que registró valores que oscilan entre 01 y 09, seguidos de un (33.33%) que tienen entre 10 y 19 frutos/árbol/año.



**Gráfico N° 25.** *Distribución de frecuencias de frutos por árbol por año de 42 clones de cacao*

### 5.7.2 Frutos sanos por árbol por año

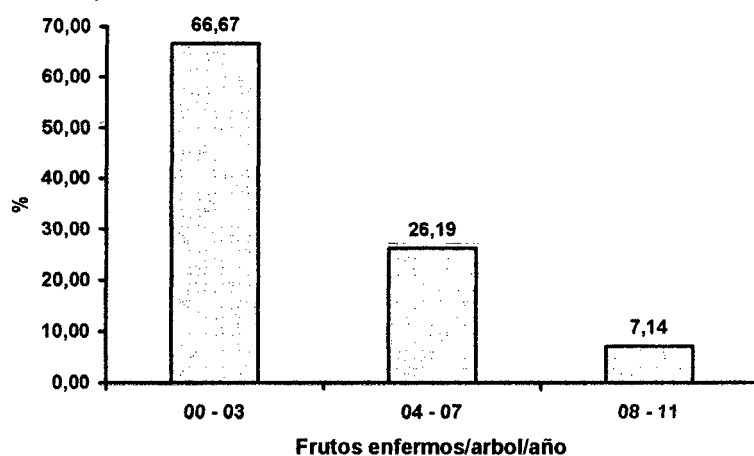
Este parámetro varió entre 19 (ICT-2142) y 1 (ICT-2694), con un promedio de 8 frutos/sanos/árbol/año. La distribución de frecuencias para esta variable indica que la clase uno concentra el (47.62%) de los individuos estudiados, cuyos valores oscilan entre 1 a 6 frutos sanos por árbol.



**Gráfico N° 26.** *Distribución de frecuencias de frutos sanos por árbol por año de 42 clones de cacao*

### 5.7.3 Frutos enfermos por árbol por año

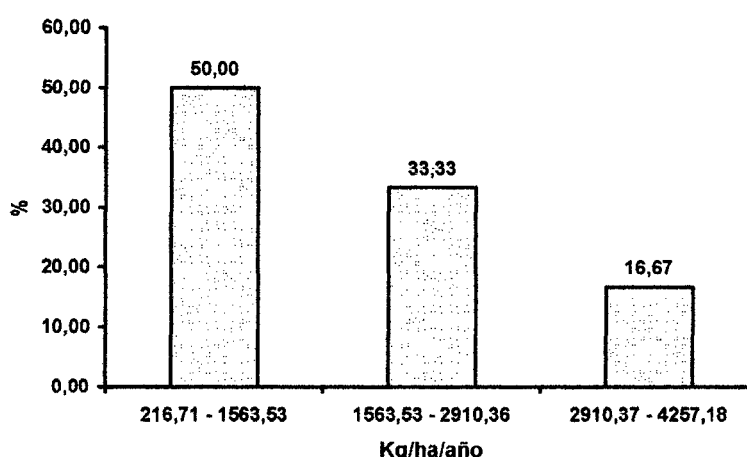
Este parámetro presenta una variación que va desde los 11 (ICT-1189), hasta plantas que no los presentaron (ICT-1043), (ICT-1087), (ICT-1182), (ICT-1414), (ICT-2162), (ICT-2163), (ICT-2165), (ICT-2492), (ICT-1043), (ICT-2694), (ICT-2705), con un promedio de 3 frutos/sanos/árbol/año. La distribución de frecuencias para esta variable indica que la clase uno concentra el (66.67%) de los individuos estudiados, cuyos valores oscilan entre 0 a 3 frutos sanos por árbol.



**Gráfico N° 27.** *Distribución de frecuencias de frutos enfermos por árbol por año de 42 clones de cacao*

#### 5.7.4 Rendimiento (Kg/ha/año)

Varió entre a 4257.18 (ICT-2142) y 216.71 (ICT-2694) kg/ha/año, con un promedio de 1779.73 kg/ha/año. Para esta variable la distribución de frecuencia evidenció que de los 42 genotipos evaluados, la mayoría (50.00%) esta representado por la clase uno, que registró valores que oscilan entre 216.71 a 1563.53 kg/ha/año. Cabe mencionar que el peso que se muestra en dicho grafico representa al peso húmedo (con mucílago).



**Gráfico N° 28.** Distribución de frecuencias del rendimiento Kg/ha/año de 42 clones de cacao (peso baba)

**Cuadro N° 16.** Coeficiente de correlación ( $r$ ), para descriptores de fruto, flores y semilla de 42 clones de cacao.

	Diámetro de fruto	Peso del fruto	N° de semillas	N° de óvulos	Espesor de cáscara
Long de fruto	0,64 **	0,78 **	0,40 *	0,22 NS	0,50 **
Diámetro de fruto		0,90 **	0,34 *	0,03 NS	0,49 **
Peso del fruto			0,41 *	0,07 NS	0,54 **
N° de semillas				0,19 NS	-0,35 *
N° de óvulos					0,15 NS
Espesor de cáscara					-

Diferencia significativa( $p \leq 0,05$ )

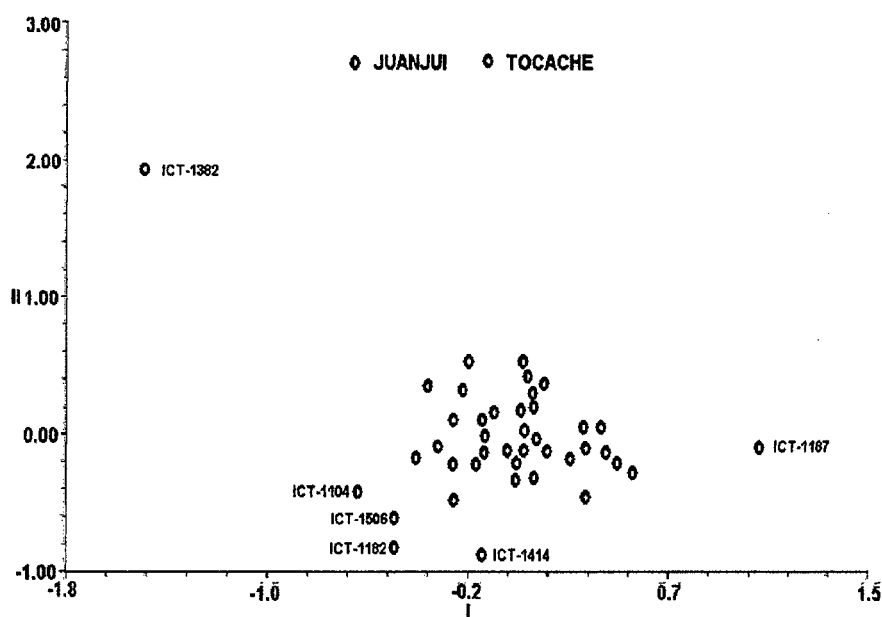
\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

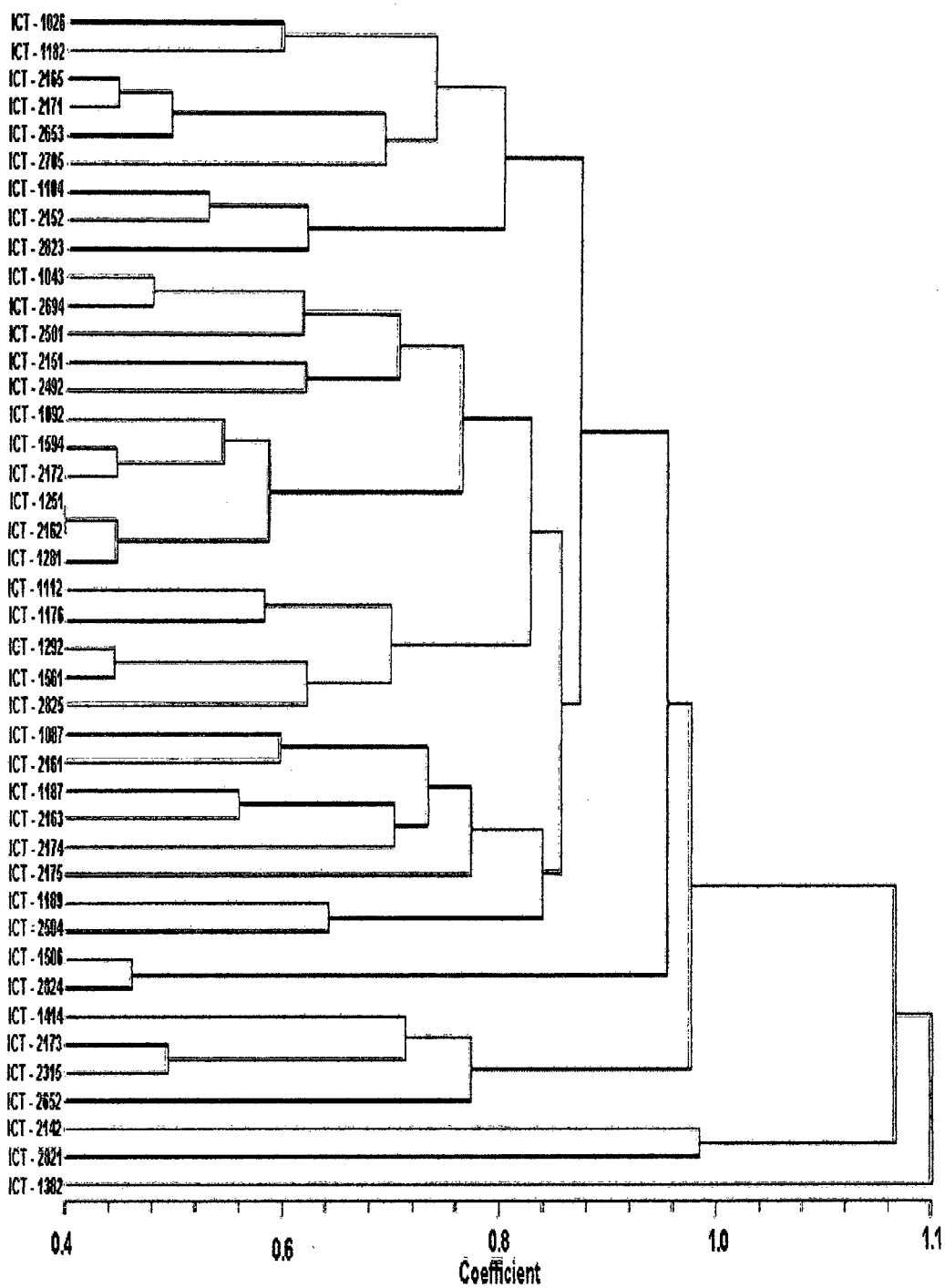
Las características morfológicas evaluadas nos sirvieron para crear una matriz de datos para determinar las distancias fenotípicas entre las accesiones de plantas seleccionadas anteriormente, los que nos permite acercarnos a definir características homogéneas entre estos clones para determinar su agrupación, el análisis se realizó con la ayuda del programa NTSYSpc 2.11 W. En el cuadro N° 30, se presenta el dendrograma de distancias fenotípicas de los diferentes clones seleccionados, en lo que podemos observar que las distancias según el coeficiente de Nei (Nei, 1978) fluctúan entre 0.4 y 1.1.

Los clones seleccionados con la serie 2 (Tocache), presentaron mayor uniformidad fenotípica entre ellas, en relación a los de la serie 1 (Juanjui), quienes presentaron una mayor diversidad fenotípica.



**Gráfico N° 29,** Dispersión de los 42 genotipos en base a las variables evaluadas

En el Grafico N° 29 se observa que los clones seleccionados de la localidad de Tocache muestran mayor agrupamiento en relación a los clones seleccionados de la localidad de Juanjui.



**Gráfico N° 30:** Análisis de conglomerado, distancias fenotípicas de 42 genotipos evaluados.



## **VI. DISCUSIONES**

### **6.1 De la característica general de la planta**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro N° 04, se observa que todos los clones evaluados presentan hábito de crecimiento erecto, se puede atribuir a que estos fueron propagados vegetativamente (por injerto), de ramillas laterales o plagiotrópicas, los cuales dieron lugar a la formación de varias ramas primarias que crecieron en ángulo agudo; similares resultados se obtuvo de los clones de las series "H" (Bartra, 1993), y de la colección "U" (López, 1993), donde todos los clones evaluados y propagados vegetativamente presentaron hábito de crecimiento erecto. (Banco de germoplasma UNAS)

Con respecto al color de follaje nuevo, tal como se muestra en el cuadro N° 04, todos los clones estudiados presentaron pigmentación. Este carácter heredable del árbol de cacao, es un buen criterio para diferenciar clones pues es un parámetro estable. Asimismo, se reporta que este carácter esta controlado por un par de genes simples con dominancia para la pigmentación y recesividad para la no pigmentación, además se señala que los grados de pigmentación parecen depender de genes modificadores, los cuales aún no han sido adecuadamente estudiados (Enríquez, 1981). Los clones de la serie "H" evaluadas por (Bartra, 1993) y los de la serie "U" (López, 1993), también presentaron pigmentación rojiza (Banco de germoplasma de la UNAS).

En referencia al vigor de la planta, la mayoría de los clones mostraron ser vigorosas, lo cual que se puede atribuir a la procedencia de padres vigorosos, ampliamente adaptables a las condiciones edafoclimáticas propias de esta parte de la amazonia. Las manifestaciones que presenta cada clon pueden estar relacionadas principalmente a su constitución genética en estrecha interacción con el medio ambiente y el manejo agronómico.

## **6.2 De las características cuantitativas y cualitativas de la hoja**

Según los descriptores utilizados de la hoja (Cuadro N° 05), se observa que la presencia de pulvínulos en el pecíolo es un carácter uniforme en todos los clones evaluados. Esto sería un carácter constante en el género *Theobroma*, observaciones de Bartra y López 1993; corroboran lo mencionado.

En cuanto a las características cuantitativas de la hoja, longitud (L), ancho (A) y longitud de pecíolo, se desprende que los clones evaluados no mostraron mayor variabilidad en estos parámetros mostrando coeficientes de variabilidad bajos (6.39%; 8.47% y 14.95%), lo cual se puede atribuir a la estabilidad genética del género y especie, además de no sufrir en gran magnitud la acción modificadora del medio ambiente (De Castro *et al*, 1983). Es de resaltar que el genotipo ICT-1506 obtuvo mayor longitud y ancho de hoja, por lo tanto el área foliar es superior, el cual va a permitir una mayor capacidad de absorción de luz. Es también importante señalar que la relación (L/LBL), se utiliza como un criterio muy útil para poder determinar la forma de la hoja, en vista que es un

parámetro muy estable tal como indica, Enríquez y Soria en 1980 quienes lo propusieron (Internacional, 1975).

### **6.3 De las características cuantitativas y cualitativas de la flor**

Con relación al color de pedúnculo y al color de estaminoides (Cuadro N° 07), la mayoría de los clones evaluados presentaron coloración rojiza o completamente rojas. Así mismo, es evidente que los estaminoides de todos los clones presentaron color morado oscuro; sin embargo, algunos resultados obtenidos de la colección Huallaga "H" (Bartra, 1993) y Ucayali "U" (López, 1993), indican que la mayoría de los clones evaluados por estos, presentaron color verde a verde con rojo, posiblemente que las expresiones fenotípicas podrían estar influenciando a su origen o tipo de cacao del cual proviene, y que hayan podido ser modificadas debido a la diferencia de condiciones ambientales donde fueron evaluadas.

Con relación las características cuantitativas (Cuadro N° 07), se aprecia que existe mayor diferencia significativa en las variables ancho de sépalo, pétalo y ovario (23.06%; 27.52% y 24.75%), respectivamente, a diferencia de las variables longitud de sépalo, pétalo, estaminoides, ovario y estilo donde los coeficientes de variación se muestran aceptables (12.37%; 15.09%; 12.89%; 19.46% y 16.32%) respectivamente. Similares longitudes se determinaron para los clones de la serie "H" y "U" (Bartra y López, 1993), además de las series

“CEPEC”, “EEC”, “SIAL”, correspondientes a los recursos genéticos evaluados en Brasil. (De Castro, 1989).

Esta variación sobre las dimensiones de las partes florales encontrada en estos clones evaluados, es debida posiblemente a razones genéticas, y/o influencia del medio ambiente como factor determinante para la variación de estos caracteres. La similitud encontrada con las otras series documentadas refuerza la tesis de que estos clones podrían corresponder al tipo de cacao llamado Forasteros Amazónicos.

En lo referente al número de óvulos por ovario que es considerado por (Pound, 1932), citado por Caicedo (1990), como un carácter muy estable y además altamente heredable, se observa que la mayor parte de los clones (59.52%) en estudio son calificados como medios por estar en el rango de 45 a 51 óvulos por ovario. Es evidente también que el número de óvulos por ovario encontrados corresponden a los Forasteros Amazónicos, lo que se afirma con lo reportado por Bartley (1964), quien manifiesta que este tipo genético poseen entre 30 a 60 óvulos por ovario, en comparación con los del tipo Criollos que están en un rango de 20 a 40 óvulos por ovario.

#### **6.4 De las características cuantitativas y cualitativas del fruto**

Con respecto a los descriptores cuantitativos de los clones estudiados tales como peso, longitud, diámetro, espesor, profundidad de surcos y la relación largo/ancho del fruto (Cuadro N° 10), se puede decir que en general los clones evaluados mostraron mayor variabilidad en cuanto al

peso total del fruto y a la profundidad de surco con un coeficiente de variación de (25.35% y 33.02%) respectivamente, en cuanto a la longitud, diámetro, espesor y la relación largo/ancho, sus coeficientes de variación fueron mas aceptables con (12.64%; 7.85%; 12.94% y 9.88%) respectivamente.

En cuanto al peso total del fruto, fue notorio la gran variabilidad genética para este carácter, resultando el coeficiente de variabilidad relativamente alto (25.35%), este valor estaría reflejado en la heterogeneidad en el tamaño de los frutos recolectados. (De Castro, 1983).

En cuanto a la longitud y diámetro del fruto no existe mayor variabilidad entre los clones evaluados pero si alcanzan longitudes superiores (18.47 cm) a clones de las series "H" (15.74) y "U" (14.09 cm) (Bartra y López, 1993), donde manifiestan que tuvieron similitudes a las series SIC y SIAL (De Castro, 1983). Los resultados obtenidos en los clones evaluados ICT pueden resultar promisorios para programas de mejoramiento genético para rendimiento, pues según Enríquez y Soria estos caracteres tienen heredabilidad relativamente alta.

En relación al espesor de la cáscara, no existe una diferencia significativa (12.94%) entre los clones evaluados, solo el 9.52% mostraron cáscara delgada (1.06 cm), el 14.29% grueso (1.69 cm), y 76.19 % intermedio (1.43 cm), según la clasificación establecida para este descriptor. Estos resultados obtenidos son mayores a los obtenidos

por la serie "H", (Bartra, 1933) y similares a los clones de la serie "U" (López, 1993). El mayor espesor de la cáscara podría tener un efecto limitante en el desarrollo y peso final de la almendra de cacao; en tanto que un menor espesor de cáscara permitiría un mayor espacio físico para dicho desarrollo. Referente a la profundidad de surco, el coeficiente de variabilidad fue muy elevado (33.02%), debido a la gran variabilidad entre los clones evaluados.

En relación a las características cualitativas de frutos de los clones evaluados (cuadro N° 12), se observó cuatro tipos de fruto, Angoleta (69.05%), Amelonado (14.29%), Cundeamor (9.52%) y Criollo (7.14%). Estos términos usados para definir el tipo de fruto no son muy útiles debido a que se usa en un sentido que se hace referencia a combinaciones de caracteres que frecuentemente no ocurren juntos. Por esta razón la forma del fruto es descrita en términos de caracteres separados: largo/diámetro; donde todos los clones estudiados resultaron ser de la forma ovalada, el cual es característico del clon forastero amazónico.

En cuanto al tamaño del fruto, el tamaño mediano (18.45 cm) fue quien mayor número de clones presentó esta característica (59.52%), seguida del tamaño grande (21.58 cm) y pequeño (15.05 cm), esto depende de su constitución genética y el efecto del medio ambiente, por ser un carácter netamente cuantitativo y de herencia poligénica.

Con relación a la forma del ápice, fue evidente una gran variación encontrándose: ápices agudos, redondeados, atenuados y apezonados; los cuales fueron evaluados cuando los frutos estaban completamente sanos ya que en ciertas ocasiones algunos frutos presentaban malformación debido a la presencia de insectos. En lo que se refiere a la constricción basal un 38.10% de los clones no lo presentaron y el resto presentó esta característica ya sea en forma leve, intermedia o fuerte. La ausencia de la constricción basal de los clones estudiados, nos estaría indicando que son clones típicamente Forasteros Amazónicos, en tanto que los demás clones serían segregantes de cruces entre Forasteros Amazónicos con Trinitarios.

En lo que respecta a la rugosidad de la superficie, también se encontró variación desde mazorcas que no presentaron rugosidad, donde el número de clones estudiados fue muy bajo hasta mazorcas con rugosidad que va de leve a intensa, estas observaciones también apoyan la hipótesis anterior donde los caracteres liso y rugoso corresponden a los Forasteros Amazónicos. Con respecto a la herencia aún no ha sido estudiado aunque el carácter liso parece ser recesivo a rugoso. (Internacional, 1975).

En cuanto al color de fruto, osciló desde color amarillo a rojo con sus diferentes tonalidades, donde el mayor número de clones estudiados presentaron color amarillo, siendo este color característico en los Forasteros Amazónicos y con respecto a las tonalidades posiblemente a

la segregación de estos con los Trinitarios. En tanto que los demás clones presentaron colores rojos con diferentes tonalidades y muchas veces franjas amarillas. Cabe mencionar que no siempre el color verde del fruto inmaduro, dará como resultado un amarillo, se observó que en el caso del clon (ICT-1187), esto varía ya que presenta un color púrpura cuando este el fruto es inmaduro y amarillo cuando es maduro.

### **6.5 De las características cuantitativas y cualitativas de la semilla**

Los descriptores cualitativos de semillas de los clones evaluados cuadro N° 14, muestran que la forma de la semilla en sección transversal, se muestra como aplanadas (7.14%), intermedia (90.48%) y redondeada (2.38%). Así mismo se observó que comparando con las series "H" y "U"; donde estas no coinciden las semillas siendo estas de forma aplanada en un 100%. En el mismo cuadro se observa que la forma de la semilla en sección longitudinal, en su mayoría la forma oblonga (90.48%) y en menor número la forma ovada (9.52%). Para el caso del color de cotiledón se observa que todos los clones presentaron color morado claro.

Con relación al número de semillas por fruto, fue evidente cierta variación (20.45%). Este comportamiento es frecuente por ser un carácter expresado por la heterocigosis propia del cultivo, y por el tipo de fecundación que se da (autocompatibles y/o autoincompatibles) (Hanson, 1963); lo cual trae como consecuencia que sea un carácter muy variable y menos confiable cuando se usa muestra pequeñas



comparando con el número de óvulos por ovario que si es un carácter estable y que si puede ser usado como un criterio de selección. (López O. et al. 1985). Referente al peso de semillas, cabe mencionar que se tomaron los pesos húmedos totales del número de semillas por fruto, resultando ser su coeficiente de variación (28.16%), esto debido a la cantidad y tamaño de semillas.

En cuanto a los valores de las dimensiones de semilla (Cuadro N° 14), el diámetro fue el descriptor que mostró mayor variación respecto a la longitud. Sin embargo, sus coeficientes de variación (13.04% y 7.90%) de estos descriptores no fueron significativos respectivamente.

## **6.6 De la productividad**

La producción de cacao normalmente se expresa en kilogramos de cacao seco (peso seco), lo cual las semillas deben fermentarse y secarse. Bajo condiciones experimentales, es común que este parámetro sea estimado a través del número de frutos producidos (índice de mazorca) o del peso húmedo de las semillas (semillas + mucílago), sin embargo, las conversiones a peso seco no son muy precisas. Aunque el peso húmedo es un parámetro más preciso, la cantidad de agua de las semillas y del mucílago es variable entre genotipos, por lo que al usar un único factor de conversión a peso seco, se generan también imprecisiones.

Debido al número de clones evaluados y a la frecuencia mensual de las evaluaciones, la estimación de la producción se ha hecho con base en el número de frutos total por planta, y al peso húmedo acumulado durante el proceso de evaluación. Así se encontró una gran variabilidad en la productividad, promedio de todos los clones se acerca a los 1.800 kg/ha/año (peso húmedo). Es evidente sin embargo, que algunos de los materiales no llenaron estas expectativas, pues su productividad fue incluso inferior a los 300 kg/ha/año (peso húmedo). Esto confirma el hecho de que las estimaciones de la productividad basadas en el número de frutos sirven únicamente para hacer una selección preliminar de los mejores materiales, pero que posteriormente es necesario determinar el parámetro con mayor precisión, empleando por ejemplo el índice de fruto.

Es de resaltar que algunos árboles registraron productividad superior a 2900 kg/ha/año (16.67%) de peso húmedo, a pesar de la corta edad de los árboles (tres años y medio). La productividad de los clones fue en general muy baja (83.33%) a pesar de que dentro de ellos existen clones como el (ICT-2142; ICT-2653; ICT-1189; ICT-2315, ICT-2171; ICT-2824 y ICT-1092), que presentan altos rendimientos.

En el cuadro N° 16 se observa los coeficientes de correlación simple calculados para cada pareja de descriptores de fruto, semilla y número de óvulos por ovario; donde las covariables longitud de fruto con diámetro de fruto (0.64\*\*) y longitud de fruto con peso de fruto (0.78\*\*),

además del diámetro de fruto con peso de fruto (0.90\*\*), resulto ser alto, positivo y altamente significativos, esto nos indica que a mayor longitud y mayor diámetro, mayor será el incremento de la biomasa celular, el cual se refleja en el incremento de peso del fruto.

Con relación a la longitud, diámetro y peso del fruto con el espesor de la cáscara resultaron tener correlación moderada, positiva y altamente significativa con (0.50\*\*, 0.49\*\* y 0.54\*\*), respectivamente; la relación peso del fruto con el número de semillas por fruto resulto tener correlación moderada, positiva y significativa con (0.41\*).

Con lo que respecta a las demás covariables evaluadas los coeficientes correlación resultaron ser insignificativas.

Con relación al Gráfico N° 30, donde se muestra el agrupamiento de los 42 clones evaluados, se observa que los clones de la localidad de Tocache muestran mayor agrupamiento que los clones de la localidad de Juanjui, debido a las características semejantes que presentan, posiblemente propias del mismo lugar y en donde no existió mucha variabilidad genética ocasionada por la introducción de los clones internacionales. Los clones de Juanjui al estar dispersos, dan a entender que posiblemente se expandieron de otros lugares presentando características propias y no semejante a los demás.

Otra característica que se puede rescatar del agrupamiento es que a menor coeficiente existen mayor número de grupos y estos van disminuyendo cuando el coeficiente crece.

Existen tres genotipos (ICT-2142, ICT-2821 y ICT-1382), con características propias y los cuales se difieren de los demás, y entre si, esto debido a que presentan características fenotípicas diferentes una de otra, aunque el genotipo ICT-2142 con el ICT-2821 se agrupan a un coeficiente de 0.98 las distancias fenotípicas son diferentes por lo tanto las similitudes son bajas.

Con lo que respecta al Gráfico N° 29, de dispersión de los 42 clones evaluados, se afirma el agrupamiento por parte de los clones de Tocache mas no de los de Juanjui, donde los clones ICT-1382 y ICT-1187 están muy separadas del grupo de los demás clones, el cual nos quiere decir que poseen características fenotípicas propias.

## VII. CONCLUSIONES



- 7.1. Se observó variabilidad en los diferentes componentes fenotípicos evaluados, siendo los clones seleccionados de la localidad de Juanjui quienes presentaron una mayor diversidad fenotípica en relación a los clones de la localidad de Tocache.
- 7.2. Todos los clones presentaron vigor intermedio a vigoroso, color de follaje con pigmentación rojiza y fueron de hábito de crecimiento erecto, esto debido al tipo de propagación asexual realizada con varas plagiotrópicas.
- 7.3. Existió variabilidad en la expresión de la forma de la hoja, más no en la presencia de pulvínulos, el cual posiblemente se atribuya a una característica genética expresada en cada uno de estos clones evaluados.
- 7.4. El número de óvulos por ovario mostró ser muy variable, destacando los clones ICT-1092, ICT-1112 y ICT-2825, con más de 50 óvulos por ovario.
- 7.5. Los descriptores cuantitativos resultaron variables en menor o mayor grado, dependiendo de cada clon, destacando los clones ICT-2151, ICT-2161, ICT-1112 y ICT-2705 por su mayor número de semillas y los clones ICT-2652 y ICT-2151 por su mayor longitud de mazorca.

- 7.6 La forma, peso y dimensiones de las semillas existió evidente variación, destacando el clon ICT-2492, por su mayor peso de semillas húmedas por mazorca.
- 7.7. Los rendimientos obtenidos del peso húmedo (baba) por los clones (ICT-2142; ICT-2653; ICT-1189; ICT-2315, ICT-2171; ICT-2824 y ICT-1092), resultaron ser los más sobresalientes, superando 3013.75 kg/ha/año.
- 7.8. Del análisis de agrupamiento fenotípico, existen características similares entre los clones a un coeficiente Nei de 0.65, el cual representa el 76.47% del total de grupos, a mayor distancia 0.90 los grupos disminuyen a un 17.55% y a una distancia de 1.1 solo 5.88%.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

- 8.1 Se recomienda continuar, completar y re-evaluar la información en cada uno de los parámetros evaluados, con la finalidad de determinar la estabilidad productiva para cada uno de los materiales.
- 8.2 Se debe de realizar en forma exhaustiva y permanente las características cuantitativas involucradas en la tolerancia y/o resistencia a enfermedades, compatibilidad y/o incompatibilidad así como parámetros de calidad de almendra (porcentaje de grasa, aroma, sabor, etc.).
- 8.3 Se deben multiplicar los árboles sobresalientes identificados, por medio de propagación vegetativa, con el fin de asegurar la conservación genética que muestran muchos de estos materiales.
- 8.4 Los resultados obtenidos a partir de esta investigación no pueden generalizarse hacia otros ambientes, ni otras poblaciones, por lo que se recomienda validar los mismos bajo condiciones ambientales diferentes.

## XI. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. ABADIE, T. A; BERRETTA S. F. 2003. Caracterización y Evaluación de Recursos Fitogenéticos. (en línea). Montevideo, UY. Consultado 24 nov. 2004 Disponible en:  
<http://www.Fagro.edu.uy/dptos/bioveg/fitotecnia>
2. ARCINIEGAS, L. A. 2005. Caracterización de árboles superiores de cacao (*theobroma cacao* L.) Seleccionados por el programa de mejoramiento genético del CATIE. Tesis Mag. CATIE, Costa Rica.
3. BARTLEY, B. G. D. 1964, Genetic Studies. In Imperial College of Tropical Agriculture. Annual Report on cocoa Research 1963. ST Augustine. Trinidad.
4. BARTRA, R. T. 1993, Caracterización botánico – agronómico “ex situ” de 20 clones de cacao, colectados en la cuenca del Río Huallaga. Tesis Ing. U.N.A.S. Tingo María, Perú.
5. BRADEAU, J. 1981. EL Cacao. Técnicas agrícolas y producciones Tropicales I.F.C.C. México.
6. BRONWYN, N. 1987, Cacao, Manual de Productores Básicos. CCI, UNCTAD/GATT. Ginebra.
7. CAICEDO, A. A. 1990, Ecofisiología del Cacaotero su relación con el manejo cultural. En curso de actualización en cacao. San Vicente de Chocurf.



8. CESARE, G. 1983. Técnicas para el cultivo de cacao para la amazonia peruana. Manual técnico. Proyecto FD/PER/86/458. Tingo María, Perú.
9. CCI, 1991. Centro de Comercio Internacional UNCTAD/GATT. Resumen para los servicios de Información comercial. Cacao fino o de de aroma. Estudio de la producción y el comercio mundiales. Ginebra.
10. CHANG, 1976. Manual on genetic conservations of rice Gerplasm for evaluation and utilización, Philippines, Internacional Rice-Research Institute.
11. CHAPMAN, 1990. Principales of Germoplasm Evaluation Scientific Managment of Germoplsm: Characterization, evaluation and Enhancement (IBPGR).
12. CLAPPERTON, J. F; LOCKWOOD, G; YOW, STK; LIM DHK.. 1994. Effects of planting material on flavour. Cocoa Grover's Bulletin.
13. DELGADO, 1981. Genética avanzada. Peru, CPIA, la molina, cap. DESCRIPTORES, their states and modus aperandi, turrialba (CR).
14. DE CASTRO, C. T. G. y BARTLEY G. 1983 Caracterizao de Recursos genéticos de cacaueiro. Folha, fruto e semente de selecciones de Bahia dos series SIC y SIAL

15. DE CASTRO, et. al 1983. Caracterizao de Rcurso genéticos de cacaueiro. Folha, fruto e semente de selecciones de Bahia dos series SIC y SIAL.
16. DE WITT, K. W. 1954. The visual assesment of cured cacao. Tropical Agricultura
17. DIA – San Martín, 2009, Dirección de Información Agraria, Datos estadísticos, 2008, Tarapoto – San Martín.
18. DÍAS, L.A.S. 2001, Melhoramento Génético do Cacaueiro, Recursos Geneticos, Departamento de Biologia/BIOAGRO. Universidad Federal de Vicosa. Brasil.
19. ENGELS, et. al. 1980. Cacao descriptors, their states and modusoperandi. Turrialba 30(2):209–218
20. ENGELS, 1993. The use of botanical description for cocoa characterization: CATIE experiences. In: International Workshop on Conservation, Characterization and Utilisation of Cocoa Genitic Resouces. Trinidad.
21. ENRRIQUEZ, G. 1997. Descripción y evaluación de los recursos genéticos. In técnicas para el manejo y uso de recursos genéticos vegetales. Castillo, R.; Tapia, C. Ed Porvenir. Quito, EC. p. 16-160.
22. ENRRIQUEZ, G. 1981, Cacao Internacional Catalg. Technical Bull. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
23. ENRRIQUEZ, G. 1985. Curso sobre el cultivo de cacao. CATIE. Costa Rica

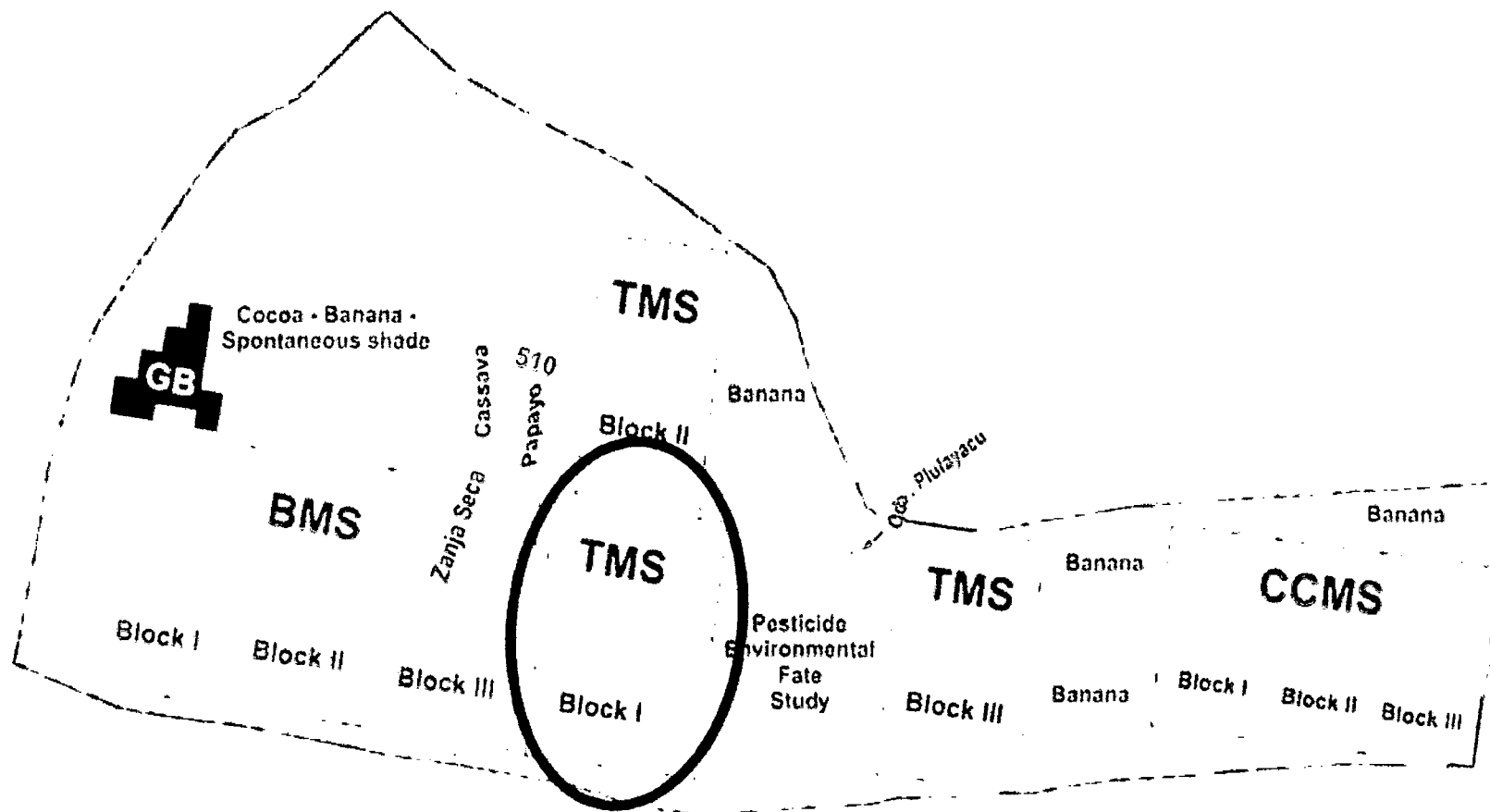
24. ENRRIQUEZ, G. 1966. Selección y estudio de las características de la flor, la hoja y la mazorca, útiles para la identificación y descripción de cultivares de cacao. Tesis Mag.Sc. Turrialba, CR, IICA. 97 p.
25. FALCONER, D. S. 1976. Introducción a la genética cuantitativa. Trad. del Inglés por F Márquez Sánchez. CECSA, México.
26. GARCÍA, C. 1991. Producción moderna del cacao. Mejoramiento Genético.CIP. Tingo María, Perú.
27. GARCÍA, J. 1973. Estudio de algunos índices de crecimiento y productividad para la selección juvenil en híbridos de cacao. In: IICA. Tesis maestría. Turrialba, Costa Rica.
28. GISPERT, C. 1987. Práctica de los cultivos. Océano Difusión S.A. Barcelona, España.
29. HANSON, D. W. 1963, Heratibility Statistical Genetics and plant Breeding. New Yorrk. National Academic of Science.
30. HERNANDEZ, T. 1991. Cacao, sistemas de producción en la amazonía peruana, Proyecto AD/PER/86/459 Tingo María, Perú.
31. ICCO, 2008 Organización Internacional del Cacao.. Resumen Estadístico. (Boletín).
32. ICCO. 1991, Organización Internacional del Cacao.. Resumen Estadístico. (Boletín del Cacao GB 21).

33. ICCO, 2002, Organización Internacional del Cacao – Informe Anual, Londtres – Reino Unido.
34. INTERNACIONAL, 1975. Cocoa Cultivar Catalogo. Edited by Enríquez y Soria. CATIE. Costa Rica.
35. LEÓN, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. IICA. San José, Costa Rica.
36. LÓPEZ, C.H. 1992, Caracterización agronómica – botánica “ex situ” de 20 clones de cacao recolectados en las cuencas de los ríos Ucayali y Urubamba. Tesis Ing. U.N.A.S. Tingo María, Perú.
37. LÓPEZ, O. et al. 1985, Metodología para el recuento del numero de óvulos por ovario en cacao. In. Revista cacaotero Colombiano.
38. MINAG, 2007. Caracterización de las zonas productoras de cacao en el Perú.
39. PEREIRA et al. 1987 Variabilidad genética das características de fruto e semente en Fh. Cacao, clones SIC e SIAL, In , Revista Theobroma, Bahia, Brasil.
40. PIÑAN, R. A. 1993, Caracterización botánico – agronómico “ex situ” de 12 clones internacionales de cacao. Tesis ing. U.N.A.S. Tingo María, Perú.
41. RED MUNDIAL DE BANCO DE GENES, 1983. Consejo Internacional de Recursos Filogenéticos.

42. RONDON, J. 1990. Morfología y genética del cacao In: Seminario Nacional de Actualización en cacao, con énfasis en Rehabilitación de plantaciones. Revista ICA. Manizales.
43. SANCHEZ, L. 1982. Reacción de cultivares de cacao a la inoculación artificial de *Moniliophthera roreri*. In. El cacaotero colombiano.
44. TAPIA, M. 1992. Recursos Filogenéticos, cuestión del estado. In: Revista Medio Ambiente. Lima, Perú.
45. WADSWORTH, R.,M. et al., 1997. "International Cocoa Germplasm Database"
46. WATSON C. 1985. Cultivos tropicales adaptados a la selva alta peruana, particularmente al alto Huallaga. B.A.P. Lima, Perú.

# **Anexos**

Anexo N° 01: Croquis de la ubicacion del Sistema de Manejo Tradicional en la E.E. "Choclino"



**Anexo N° 02, Analisis de suelo detallado de la parcela evaluada.**

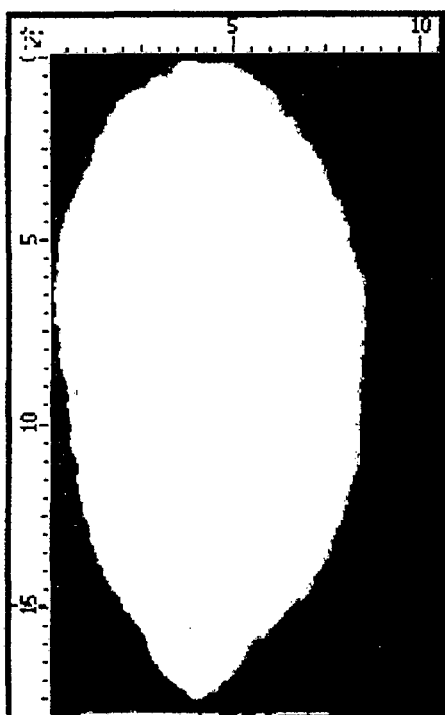
Prof.	pH(1:1)	C.E.(1:1)dS/m	CaCO3 (%)	O.M. %	P ppm	K ppm	Mechanical Analysis			Texture	CIC	Changeable					Cation sum	Bases sum	% Sat. Bases
							Sand %	Silt %	Clay %			Ca+2	Mg+2	K+	Na+	Al+3 + H+			
											me/100g								
0 - 20	5,5	0,28	0.00	3,2	6,5	85	52	26	22	Frc Arc Ar	23,7	16,6	1,48	0,16	0,25	0,3	18,1	18,5	78
20 - 40	5,7	0,21	0.00	1,6	4,1	76	46	22	32	Frc Arc Ar	23,4	17,2	1,09	0,16	0,41	0,2	19	18,8	81
40 - 60	6,9	0,47	0.00	0,9	3,3	83	40	18	42	Arc	29,1	22,9	0,94	0,15	0,26	0	24,2	24,2	83
60 - 80	7,7	0,23	0.00	0,7	4,9	78	36	22	42	Arc	30,4	29,3	0,76	0,14	0,24	0	30,4	30,4	100
Media	6,45	0,3	0	1,6	4,7	80,5	43,5	22	34,5	Frc Arc Ar	26,6	21,5	1,07	0,15	0,29	0,13	22,9	23	85,5

Fuente: Lab. Instituto de Cultivos Tropicales

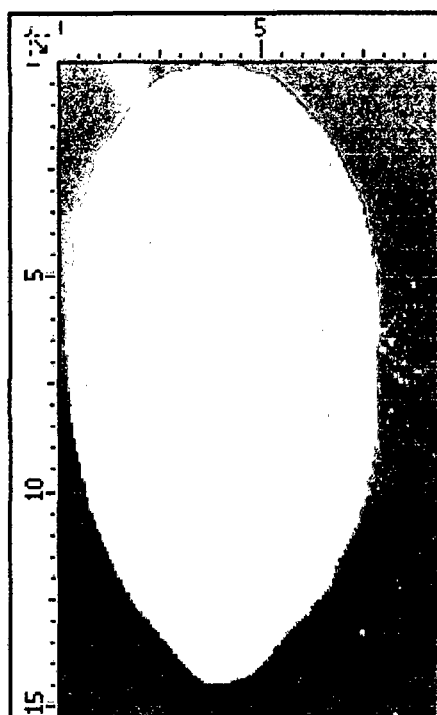
**Frc.Arc.Ar. = Franco Arcillo Arenoso**



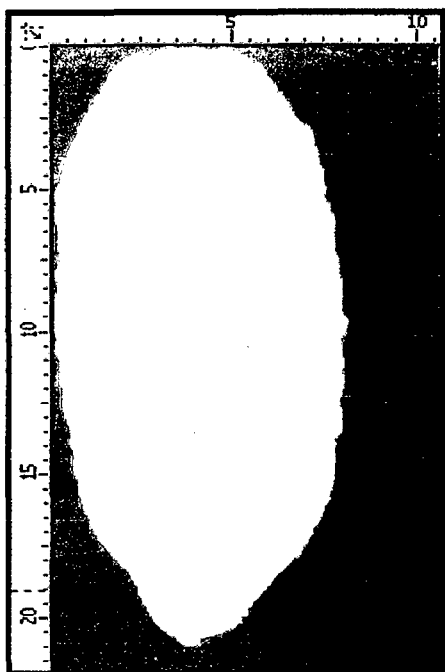
**Anexo N° 03.** Clones que alcanzaron mayores rendimientos (3013.75 Kg/ha/año) en semillas frescas



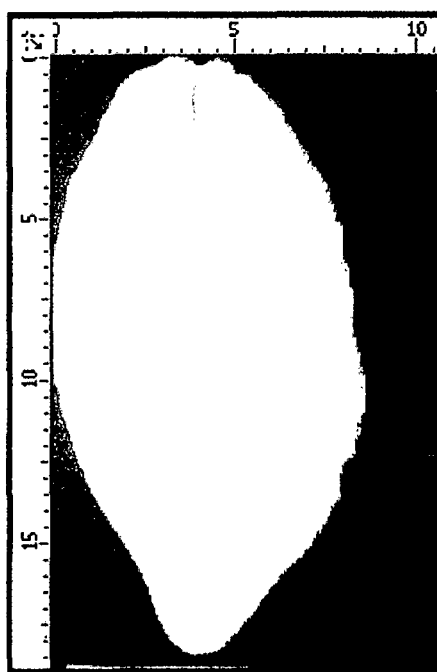
**ICT- 1092**



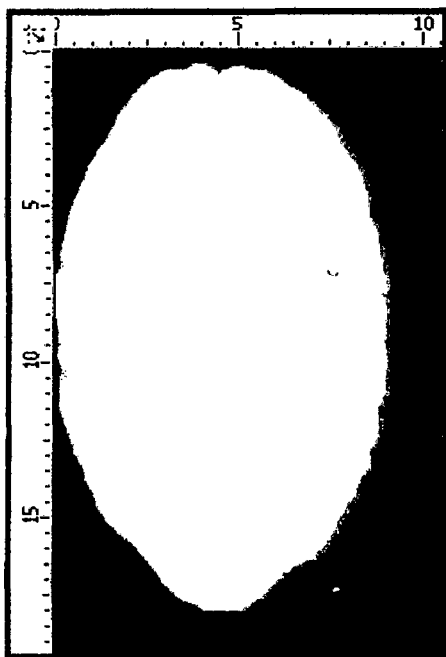
**ICT- 1189**



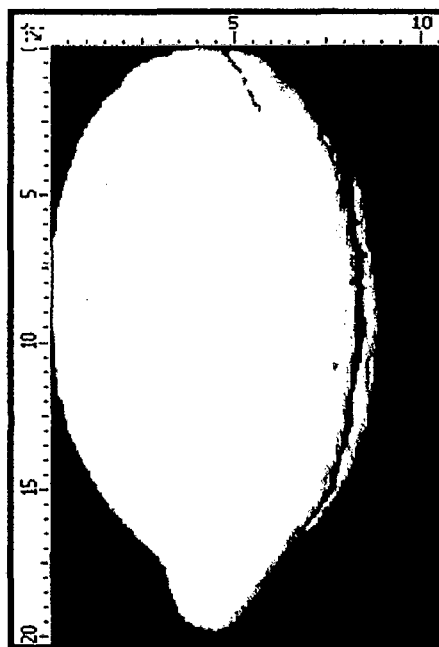
**ICT- 2142**



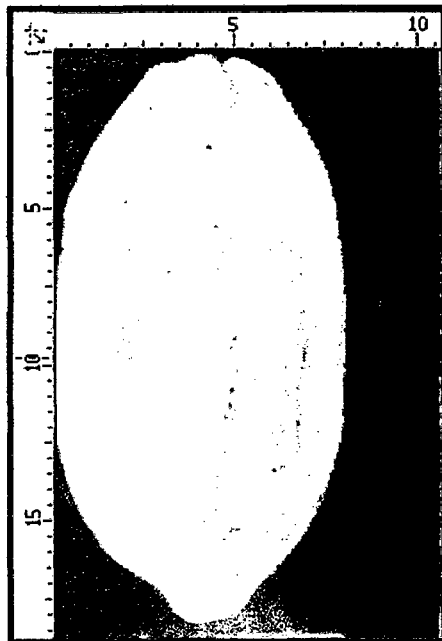
**ICT- 2315**



**ICT- 2652**



**ICT- 2171**



**ICT- 2824**

**Anexo N° 04, Distribucion de Frecuencias de los descriptores de la Hoja**

Longitud (cm)	Ancho (cm.)	Long desde la base hasta el punto mas ancho (cm)	Longitud del pecíolo (cm)	Forma de la hoja		
27,52 - 30,63	08,72 - 10,11	13,40 - 15,61	ICT-1026	Ovoide	ICT-1026	
			ICT-1087		ICT-1043	
			ICT-1112		ICT-1176	ICT-1176
			ICT-1176		ICT-2694	ICT-1182
			ICT-1382		ICT-2705	ICT-1182
			ICT-2163		ICT-2825	ICT-1187
			ICT-2175		ICT-1026	ICT-1292
			ICT-2504		ICT-1043	ICT-1382
			ICT-2705		ICT-1092	ICT-2163
			ICT-2825		ICT-1112	ICT-2175
30,64 - 33,74	10,12 - 11,50		ICT-1176		ICT-1026	ICT-1506
			ICT-1182		ICT-1043	ICT-1561
			ICT-1189		ICT-1087	ICT-1594
			ICT-1281		ICT-1092	ICT-2142
			ICT-1292		ICT-1112	ICT-2151
			ICT-2142		ICT-1176	ICT-2163
			ICT-2161		ICT-1189	ICT-2165
			ICT-2162		ICT-1281	ICT-2171
			ICT-2172		ICT-1292	ICT-2172
			ICT-2173		ICT-1506	ICT-2174
33,75 - 36,86	11,51 - 12,90	15,62 - 17,81	ICT-1043	Elíptica	ICT-2315	
			ICT-1092		ICT-2492	
			ICT-1104		ICT-2501	
			ICT-1189		ICT-2504	
			ICT-1251		ICT-2504	
			ICT-1281		ICT-2653	
			ICT-1594		ICT-2705	
			ICT-2142		ICT-2823	
			ICT-2152		ICT-2825	
			ICT-2161		ICT-2825	
17,82 - 20,02	17,82 - 20,02	ICT-1043	Obovada	ICT-2504		
		ICT-1092		ICT-2504		
		ICT-1104		ICT-2504		
		ICT-1189		ICT-2504		

**Anexo N° 05, Distribucion de Frecuencias de los descriptores de la Flor**

Sépalo			Pétalo		Estaminoides
Longitud (mm)	Áncho (mm)		Longitud (mm)	Áncho (mm)	Longitud (mm)
5,86 - 7,39		ICT-1112		ICT-1043	ICT-1043
		ICT-1187		ICT-1176	ICT-1187
		ICT-1292		ICT-1187	ICT-1251
		ICT-1506		ICT-1251	ICT-1281
		ICT-1561		ICT-1506	ICT-1506
		ICT-2492		ICT-1187	ICT-1561
		ICT-2504		ICT-1189	ICT-2142
		ICT-2694		ICT-1251	ICT-2162
		ICT-2823		ICT-2142	ICT-2501
		ICT-2824		ICT-2171	ICT-2824
		ICT-2825		ICT-2174	ICT-2825
				ICT-2504	
7,40 - 8,93		ICT-1026		ICT-2705	ICT-1026
		ICT-1043		ICT-2824	ICT-1087
		ICT-1087		ICT-2825	ICT-1104
		ICT-1092			ICT-1112
		ICT-1104		ICT-1026	ICT-1176
		ICT-1176		ICT-1092	ICT-1182
		ICT-1189		ICT-1104	ICT-1292
		ICT-1251		ICT-1112	ICT-2151
		ICT-1281		ICT-1182	ICT-2152
		ICT-1594		ICT-1272	ICT-2161
		ICT-2142		ICT-2174	ICT-2165
		ICT-2151		ICT-1281	ICT-2171
		ICT-2152		ICT-1292	ICT-2174
		ICT-2161		ICT-1382	ICT-2175
		ICT-2162		ICT-2152	ICT-2492
		ICT-2163		ICT-2824	ICT-2653
		ICT-2165		ICT-2825	ICT-2694
		ICT-2171			ICT-2821
		ICT-2174		ICT-1087	ICT-2823
		ICT-2315		ICT-1104	
		ICT-2501		ICT-1242	
		ICT-2653		ICT-2152	
		ICT-2821		ICT-2161	
				ICT-2501	
				ICT-2653	
				ICT-2694	
				ICT-2821	
				ICT-2823	
8,94 - 10,47		ICT-1182		ICT-1026	ICT-1092
		ICT-1382		ICT-1182	ICT-1189
		ICT-1414		ICT-1382	ICT-1382
		ICT-2172		ICT-1414	ICT-1414
		ICT-2173		ICT-2173	ICT-1594
		ICT-2175		ICT-2175	ICT-2163
		ICT-2652		ICT-2315	ICT-2172
		ICT-2705		ICT-2652	ICT-2173
				ICT-2705	ICT-2315
				ICT-2652	ICT-2504
5,86 - 7,39		ICT-1043		ICT-1092	ICT-2652
		ICT-1087		ICT-1112	ICT-2705
		ICT-1092		ICT-1176	
		ICT-1112		ICT-1187	
		ICT-1176		ICT-1189	
		ICT-1187		ICT-1251	
		ICT-1189		ICT-1281	
		ICT-1251		ICT-1292	
		ICT-1281		ICT-1506	
		ICT-1292		ICT-1561	
		ICT-1506		ICT-1594	
				ICT-2151	
7,40 - 8,93		ICT-1561		ICT-2162	
		ICT-1594		ICT-2163	
		ICT-2151		ICT-2165	
		ICT-2162		ICT-2171	
		ICT-2165		ICT-2172	
		ICT-2171		ICT-2174	
		ICT-2172		ICT-2492	
		ICT-2174		ICT-2504	
		ICT-2177		ICT-2705	
		ICT-2492		ICT-2824	
		ICT-2501		ICT-2825	
		ICT-2504			
8,94 - 10,47		ICT-2653		ICT-1087	
		ICT-2821		ICT-1104	
				ICT-1242	
				ICT-2152	
				ICT-2161	
				ICT-2501	
				ICT-2653	
				ICT-2694	
				ICT-2821	
				ICT-2823	

**Anexo N° 06, Distribucion de Frecuencias de los descriptores de la Flor**

Ovario			Estilo		N° de óvulos/ ovario
Longitud (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Longitud (mm)		
1,52 - 2,04	1,00 - 1,53	1,77 - 2,31	ICT-1026	< 45	ICT-1087
			ICT-1043		ICT-1189
			ICT-1112		ICT-1281
			ICT-1176		ICT-1292
			ICT-1187		ICT-1382
			ICT-1251		ICT-1506
			ICT-1292		ICT-1594
			ICT-1382		ICT-2492
			ICT-1506		ICT-2504
			ICT-1561		ICT-2821
			ICT-1594		ICT-2823
			ICT-2151		ICT-2824
			ICT-2152	45 - 51	ICT-1026
			ICT-2161		ICT-1043
			ICT-2162		ICT-1182
			ICT-2163		ICT-1187
			ICT-2171		ICT-1251
			ICT-2174		ICT-1414
			ICT-2175		ICT-1561
			ICT-2501		ICT-2142
			ICT-2504		ICT-2152
			ICT-2694		ICT-2165
			ICT-2821		ICT-2171
			ICT-2825		ICT-2175
2,05 - 2,57	1,54 - 2,07	2,32 - 2,86	ICT-1026	> 51	ICT-2652
			ICT-1092		ICT-2653
			ICT-1189		ICT-2694
			ICT-1382		ICT-2705
			ICT-1594		ICT-1092
			ICT-2142		ICT-1104
			ICT-2171		ICT-1112
			ICT-2172		ICT-1176
			ICT-2501		ICT-2151
			ICT-2653		ICT-2161
2,58 - 3,10	2,08 - 2,61	2,87 - 3,40	ICT-2705		ICT-2162
			ICT-1104		ICT-2163
			ICT-1182		ICT-2172
			ICT-1414		ICT-2173
			ICT-2173		ICT-2174
			ICT-2175		ICT-2315
			ICT-2315		ICT-2501
			ICT-2652		ICT-2825
		2,87 - 3,40	ICT-2821		
			ICT-2823		
			ICT-2824		
			ICT-1382		
			ICT-1414		
			ICT-2652		

**Anexo N° 07, Distribucion de Frecuencias de los descriptores del Fruto**

Peso (g)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Espesor (cm)	Profundidad (cm)			
343,63 - 554,09	13,52 - 17,25	7,59 - 8,52	< 1,20	ICT-1187			
				ICT-1189			
				ICT-2504			
				ICT-2821			
			1,21 - 1,60	ICT-1026			
				ICT-1043			
				ICT-1087			
				ICT-1092			
				ICT-1104			
	17,26 - 21,18	8,53 - 9,45	> 1,60	ICT-1112			
				ICT-1176			
				ICT-1182			
				ICT-1251			
				ICT-1292			
				ICT-1382			
				ICT-1414			
				ICT-1506			
				ICT-1561			
554,10 - 764,55	21,19 - 25,02	9,46 - 10,37	> 1,60	ICT-1281			
				ICT-2152			
				ICT-2162			
				ICT-2492			
				ICT-2652			
				ICT-2653			
				ICT-2824			
				25,03 - 28,52	10,38 - 11,37	> 1,60	ICT-1026
							ICT-1087
	ICT-1092						
	ICT-1104						
	ICT-1112						
	ICT-1176						
	ICT-1251						
	ICT-1281						
	ICT-1594						
	764,56 - 975,00	28,53 - 32,02	11,38 - 12,37	> 1,60	ICT-2171		
					ICT-2172		
ICT-2173							
ICT-2174							
ICT-2175							
ICT-2315							
ICT-2501							
ICT-2653							
ICT-2694							
32,03 - 35,52		12,38 - 13,37	> 1,60	ICT-2705			
				ICT-2823			
				ICT-2825			
				ICT-1281			
				ICT-2152			
				ICT-2162			
				ICT-2172			
				ICT-2492			
				ICT-2652			

**Anexo N° 08, Distribucion de Frecuencias de los descriptores de la Semilla**

N° de semillas por mazorcas		Peso de semillas con mucilago		Largo (cm)	Diámetro (cm)	
13 - 24	ICT-1281		ICT-1043	2,00 - 2,37		ICT-1043
	ICT-1561		ICT-1092			ICT-1087
	ICT-2162		ICT-1182			ICT-1092
25 - 36	ICT-1043	64,00 - 117,31	ICT-1187	2,38 - 2,74	1,12 - 1,47	ICT-1104
	ICT-1087		ICT-1189			ICT-1112
	ICT-1092		ICT-1292			ICT-1176
	ICT-1104		ICT-1382			ICT-1182
	ICT-1176		ICT-1561			ICT-1189
	ICT-1182		ICT-2162			ICT-1251
	ICT-1187		ICT-2173			ICT-1281
	ICT-1189		ICT-2501			ICT-1292
	ICT-1251		ICT-2694			ICT-1382
	ICT-1382		ICT-2823			ICT-1506
	ICT-1594		ICT-2824			ICT-1561
	ICT-2172		ICT-2825			ICT-1594
	ICT-2173		ICT-1026			ICT-2142
	ICT-2694		ICT-1087			ICT-2151
	ICT-2823		ICT-1104			ICT-2152
37 - 47	ICT-2824	117,32 - 170,62	ICT-1112	2,75 - 3,11	1,48 - 1,83	ICT-2161
	ICT-1026		ICT-1176			ICT-2162
	ICT-1112		ICT-1251			ICT-2163
	ICT-1292		ICT-1281			ICT-2165
	ICT-1414		ICT-1506			ICT-2171
	ICT-1506		ICT-1594			ICT-2173
	ICT-2142		ICT-2142			ICT-2174
	ICT-2151		ICT-2163			ICT-2315
	ICT-2152		ICT-2165			ICT-2501
	ICT-2161		ICT-2172			ICT-2504
	ICT-2163		ICT-2174			ICT-2652
	ICT-2165		ICT-2175			ICT-2653
	ICT-2171		ICT-2315			ICT-2694
	ICT-2174		ICT-2705			ICT-2821
	ICT-2175		ICT-2821			ICT-2823
	ICT-2315		ICT-1414			ICT-2824
	ICT-2492		ICT-2151			ICT-2825
	ICT-2501	170,63 - 223,93	ICT-2152		1,84 - 2,19	ICT-1026
	ICT-2504		ICT-2161			ICT-1187
	ICT-2652		ICT-2171			ICT-1414
	ICT-2653		ICT-2492			ICT-2172
	ICT-2705		ICT-2504			ICT-2175
	ICT-2821		ICT-2652			ICT-2492
	ICT-2825		ICT-2653			ICT-2705

## **Terminologías Usadas**

**Autocompatibilidad:** Quiere decir que el polen de la flor le sirve a la misma flor.

**Brote:** Pequeño crecimiento nuevo en la punta o al lado del tallo de una planta que se desarrolla para ser una flor, hoja o retoño.

**Calidad de una planta de cacao:** La calidad de una planta de cacao está definida por su alta sobrevivencia y desarrollo en el campo, varios meses después de la siembra, por lo tanto, se deben tomar unas medidas de control de calidad, ya que toda planta suministrada por las biofábricas deben cumplir una serie de requisitos que garanticen su supervivencia y su futura producción

**Calidad del grano de cacao:** Está determinada principalmente por las características físicas y químicas del grano y por su sabor

**Carácter:** Son rasgos expresados por el gen.

**Cotiledón:** Hoja gruesa en las semillas de una planta que proporciona alimento hasta que la planta pueda comenzar a hacer su propio alimento. Se llama también hoja de semilla.

**Clon en cacao:** Un Clon de cacao es un material genético uniforme derivado de un individuo y propagado por medios vegetativos. El concepto de clon no significa que todas las plantas de un mismo clon sean idénticas fenotípicamente en todas sus características, pues su comportamiento depende de la interacción genotipo- ambiente. En consecuencia una planta varía la apariencia, la producción, los frutos o almendras con el clima, el suelo el agua, las enfermedades u otras causas.

**Cultivar:** Es la forma obtenida por mutación o hibridación y reproducida por el cultivo, sus características son homogéneas.

**Crecimiento:** Es el aumento irreversible de tamaño.



**Describir:** Usar palabras para explicar cómo se ve, se siente o actúa algo.

**Gen:** Unidad básica de la herencia que ocupa un locus específico en el cromosoma y tiene una función específica.

**Desarrollo:** conjunto de procesos que determinan el cambio de formas y aptitudes en un ser vivo

**Genotipo:** Suma total de la información genética contenida en un organismo. Se refiere también a la constitución genética de un organismo con respecto a los locus o algunos loci génicos en consideración.

**Fenotipo:** Características observables de un individuo, resultantes de la interacción entre el genotipo y el ambiente que ocurre el desarrollo.

**Forma:** Apariencia de un objeto.

**Flor:** Órgano de reproducción de la planta.

**Heterocigoto:** Cuando un organismo posee dos alelos diferentes para un carácter dado. Ej. Aa.

**Híbrido en cacao:** Es el resultado del cruzamiento entre dos clones que al combinarse dan una población diferente.

**Hoja:** Parte verde y plana de una planta; usualmente crece del tallo.

**Homocigoto:** Cuando un organismo posee dos alelos iguales para un carácter dado. Ej. AA, aa

**Incompatibilidad:** Quiere decir que el polen de la flor de un árbol no le sirve a las flores de otros árboles.

**Investigar:** Estudiar algo de cerca y de manera organizada.

**Líneas puras:** Un linaje que mantiene su estado de homocigosis con respecto a uno o varios genes durante muchas generaciones.

**Locus:** Región específica de un cromosoma donde se encuentra un gen.

**Longitud:** Distancia de un extremo de algo al otro.

**Medir:** Encontrar la longitud, tamaño, o peso de algo.

**Ovario:** Parte del pistilo en el que se forman las semillas.

**Óvulo:** Parte la flor que se encuentra dentro del ovario. Si el óvulo se fertiliza se vuelve semilla.

**Pétalo:** Parte brillantemente coloreada de una flor

**Pistilo:** Parte femenina de la flor que consiste de estigma, estilo y ovario.

**Planta:** Ser viviente. Usualmente las plantas tienen raíces y no pueden moverse de lugar en lugar. Tienen paredes de células. La mayoría de las plantas pueden hacer su propio alimento.

**Polinización:** Es el traslado de los granos de polen, por diversos agentes naturales, hacia el estigma de la flor del cacao.

**Semilla:** Estructura formada cuando un grano de polen fertiliza al óvulo.

**Tamaño:** Medida de qué tan grande es algo.

**Tallo:** Parte de la planta que soporta las hojas, fruto y flores.

**Peso:** Medida de qué tan pesado es algo.

**Variedades:** Grupo de plantas similares de una especie que por características estructurales y desempeño puede ser distinguida de otras variedades dentro de la misma especie.